

ROK V

WRZESIEŃ 1950 R.

NR 9

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

TRESC NUMERU

1. Z kraju i zagranicy:

II Tydzień Propagandy Radiofonizacji Kraju. Milowe kroki radiotechniki radzieckiej w ostatnim trzydziestoleciu.

Gazetki mikrofonowe w zakładach pracy.

Naokoło świata w 55 skokach.

Przedłużenie audycji płyty gramofonowej.

- 2. Telewizja (XV).
- 3. Ujemne sprzężenie zwrotne (II).
- 4. Pomiar mocy nadajników amatorskich.
- 5. Przegląd schematów.
- 6. Rola baru w lampach elektronowych,
- 7. Odbiór w samochodzie.
- 8. Lampy serii D.
- Przyrząd do pomiaru i regulacji wskazań zegarów metodą stroboskopowej analizy półokresu wahadła.
- 10. Odpowiedzi redakcji.
- 11. Tabela. Zamiana częstotliwości na długość fali i odwrotnie.

CZYTAJCIE TYGODNIK »RADIO i ŚWIAT«

RADIO

MIESIĘCZNIK DLA TECHNIKÓW I AMATORÓW

Rok V

Wrzesień 1950

Nr 9

Z kraju i zagranicy

Il Tydzień Propagandy Radiofonizacji Kraju

Wzorem roku ubiegłego Społeczny Komitet Radiofonizacji Kraju (SKRK) organizuje w dniach 1—7.X. Drugi Tydzień Propagandy Radiofonizacji Kraju poświęcony upowszechnieniu radia i ruchu radiozmatorskiego.

Ażeby przypomnieć naszym czytelnikom dotychczasowe wyniki działalności SKRK, przytoczymy parę cyfr:

W roku 1948 i 1950 suma zmobilizowanych przez SKRK funduszów na radiofonizację szkół i świetlic przekroczyła 600 milionów zł. W tymże okresie zradiofonizowano ponad 12.000 szkół i świetlic, wobec czego około 3 milionów dzięci korzysta ze specjalnych audycji szkolnych nadawanych w programie Polskiego Radia.

Wszystkie zelektryfikowane spóldzielnie produkcyjne otrzymały bezpłatnie odbiorniki do świetlic, zakupione z funduszów ZG Zw. Samopomocy Chłopskiej i SKRK. Dzięki funduszom SKRK tysiące chłopów mało i średniorolnych korzysta z ulg przy zakładaniu radia oraz z możności spłacania ratami zakupionych głośników i odbiorników. Dzięki inicjatywie SKRK we wrześniu br. wyprodukowano pierwszy 1000 odbiorników bateryjnych przeznaczonych dla terenów niezelektryfikowanych. Przy pomocy pieniężnej i technicznej SKRK wybudowano tysiące kilometrów powych linii radiofonii przewodowej. W roku 1950 zorganizowano 200 kół radioamatorów. Kola te prowadzone są przez instruktorów przeszkolonych na kursach SKRK. Liczba członków zwyczajnych i wspierających SKRK wynosi 100 tysięcy.

Wobec rozpoczęcia realizacji planu 6-letniego i konieczności ściślejszego powiązania prac instytucji radiowych z działalnością społeczeństwa Społeczny Komitet postawił sobie w II Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju ambitne zadania do realizacji. Oto one:

- Powszechne uświadomienie społeczeństwa o znaczeniu radia.
- Zradiofonizowanie w roku 1950 wszystkich szkół zelektryfikowanych na terenie województwa bydgoskiego, białostockiego, kieleckiego, rzeszowskiego, olsztyńskiego, katowickiego, warszawskiego, łódzkiego, wrocławskiego.

- 3) Zradiofonizowanie w roku 1950 4.000 szkół i świettic aparatami bateryjnyni, w tym 1.000 w Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju, przy czym w pierwszej kolejności zradiofonizowane być winny szkoły i świetlice, które zorganizowały zespoły Wszechnicy Radiowej, a następnie te, z których corocznie korzystają kolonie letnie, obozy i dziecińce.
- 4) Przeprowadzenie instalacji dla założenia głośników w każdej klasie, w szkołach zelektryfikowanych, a posiadających jedynie radioodbiornik. (kosztorys instalacji, jak i jej wykonanie przeprowadzi najbliższy radiowęze!).
- Rozprowadzenie 10.000 detektórów na terenie województw: olsztyńskiego, białostockiego, lubelskiego, kieleckiego, warszawskiego, rzeszowskiego, krakowskiego i gdańskiego.
- 6) Zradiofonizowanie jak największej ilości świetlic, w szczególności Związku Samopomocy Chlopskiej i zespołów Wszechnicy Radiowej.
- 7) Zorganizowanie na terenie kraju 800 młodzieżowych i szkolnych kół radioamatorów, z tego w każdym mieście powiatowym i wydzielonym przynajmniej jedno międzyszkolne koło radioamatorów i dwa koła w terenie wytypowane przez Zarząd Oddziału Powiatowego SKRK w porozumieniu z Inspektorem Szkolnym i ZMP.
- Zradiofonizowanie przynajmniej 50 spółdzielni produkcyjnych na wsi przez zainstalowanie w nich własnego radiowęzia.
- 9) Takie współdziałanie z organizacjami Państw. Przeds. Radiofonizacji Kraju w wykonaniu planu podwieszenia głośników, aby w terminie do 31 października plan ilościowy każdego radiowęzła został w 100% wykonany.
- 10) Podniesienie liczby członków zwyczajnych i wspierających SKRK do cyfry 200 tysięcy, przy czym Tydzień Propagandy winien być okresem szczególnie wzmożonej pracy werbunkowej członków.
- Ostateczne zorganizowanie i uaktywnienie wszystkich Oddziałów Powiatowych i kół SKRK w terenie.

Milowe kroki radiotechniki radzieckiej w ostatnim trzydziestoleciu

Od czasu epokowego wynalazku Popowa w r. 1895, radio w carskiej Rosji było w zaniedbaniu, podobnie zresztą jak i inne dziedziny przemysłu, techniki i nauki. Dopiero Lenin w r. 1917 nadał pierwszy radiogram skierowany do całego narodu, słynne "wsiem, wsiem". Lenin przypisywał radiu wielką rolę i widział w swej wyobraźni, jak się sam wyrażał "miting z wielomkionowym audytorium".

Owocem tego były dekrety o ustanowieniu Rady Radiowej oraz o stworzeniu radiolaboratorium i pracowni. Kierownikiem laboratorium został M. Boncz-Brujewicz. Stworzono w ten sposób bazę szybkich postępów techniki wysokiej częstotliwości.

W krótkim ujęciu nie sposób podać nawet spisu najważniejszych osiagnięć radiotechniki radzieckiej. W wielkim skrócie podamy wiec tylko kilka najcharakteryczniejszych danych. W r. 1918 zbudowano kilka radiostacji łukowych o mocy aż do 100 kilowatów. W tymże roku zaczęto wprowadzać łampy elektronowe do nadajników. Radiofonia radziecka rozwija się coraz bardziej przynosząc coraz to nowe osiągnięcia. W r. 1934 zbudowano sławną stację im. Kominternu, o mocy 500 KW. Na stacji tej zastosowano po raz pierwszy system blokowy, polegający na 6 blokach po 100 KW każdy (1 rezerwowy), pracujących na wspólny obwód zamknięty, a stąd moc idzie linią przesylową na antenę. W razie uszkodzenia jakiegokolwiek elementu, blok automatycznie wyłącza się i na jego miejsce włącza się blok rezerwowy. System ten został obecnie zmodernizowany i ostatnia radiostacja średniofalowa, zbudowana czasu wojny na rozkaz Stalina, jest właściwie zespolem sześciu odrębnych radiostacji stu-kilowatowych. Wspólny jest tylko oscylator kwarcowy oraz obwód zamknięty, linia przesylowa oraz antena.

Dla radiostacji krótkofalowych system powyższy jest teoretycznie możliwy lecz niezmiernie trudny do wykonania, zwłaszcza jeśli fala ma być zmienną. Wypracowano więc system "składania mocy w eterze". Znaczy to, ze dwa nadajniki pracują na dwa systemy anten. Oba te układy są tak zbudowane, że na siebie wzajemnie oddzialują niewiele. Zato w odległości efekt jest równy podwójnej mocy jednej stacji. W razie chwilowego uszkodzenia jednej ze stacji, odbiór nieco się osłabia, lecz oczywiście nie zanika całkowicie. Poza tym można nastawiać kierunek najsilniejszego promieniowania przez proste przesunięcie fazy prądu antenowego jednego z nadajników.

Dla zwiększenia sprawności dużych nadajników zastosowano kilka oryginalnych systemów oszczędnościowych, np. przez uzyskanie specjalnego kształtu impulsu prądu anodowego. Poza tym opracowano teoretycznie i praktycznie szereg ważnych szczególów, jak np. zabezpieczenie zasilania nadajnika, chłodzenie lamp nadawczych, automatyczne nastawianie i ochrona łamp nadawczych (np. wyłącznik na 200 amperów przy napięciu 10 kilowośtów itp) itd.

W działe prostowników opracowano lampy prostownicze rtęciowe z siatkami sterującymi oraz prostowniki w kotach metalowych na moce do 1000 KW.

W dziedzinie odbiorczej prace uczonych radzieckich są powszechnie znane z szeregu książek i podręczników, które nie mają sobie równych w świecie. Uczeni ci nie tylko zbierali w całość istniejącą teorię, ale przede wszystkim tworzyli ja ď.a szeregu skomplikowanych zjawisk w odbiorze i w technice odbiorczej. Odnosi się to np. do detekcji, przemiany częstotliwości, odbioru szerokowstęgowego, fal ultra-krótkich, walki z zakłóceniami, dalej uzyskiwania drgań czysto-sinusoidalnych w obwodach bez indukcyjności itd. itd. Praktyczna budowa odbiorników lampowych zaczęła się w kraju pierwszego odbiomika (Popow nazywał go "wykrywaczem burz") bardzo wcześnie, bowiem już około roku 1920 i to na lampach własnej produkcji. Rozwój doprowadził stopniowo do zastosowania rdzeni proszkowanych, układu przemiany częstotliwości, odbioru wielokanałowego (każda wstęga modulacji wykorzystana dla innej komunikacji, lub nawet dla kilku), odbioru telegraficznego wielkiej szybkości, odbioru z aktywną pauza (przesunięcie częstotliwości znak - pauza). Odbiornikí radiofoniczne znane sa Czytelnikom z licznych opisów w naszym miesięczniku. W końcu ostatniej pięciolatki liczba odbiorników produkowanych przez różne fabryki dojdzie do 1 miliona rocznie.

Znane są powszechnie wśród specjalistów pionierskie prace uczonych radzieckich w dziedzinie teorii i praktyki anten nadawczych. Początkowo opracowywano anteny diugofalowe, które mają wiele specyficznych zagadnień. Podstawowa była jednak praca w dziedzinie anten krótkofalowych. Choć może nie jest to łatwe do zrozumienia, postaramy się wyłożyć na czym polegało nowe podejście do obliczenia złożonych anten krótkofalowych. Otóż poprzednio otrzymywano oporność promieniowania anteny w ten sposób, że obliczono całą energię wypromieniowaną, jaka przechodziła przez wyobrażoną wielką czaszę kulistą (półkulę) nakrywającą antenę umieszczoną w jej środku. Postępowanie to jest bez zarzutu i zastrzeżeń, gdy chodzi

Radiofonizacja kraju to walka

o pojedynczą antenę i wyniki są rzetelne. Gdy jednak antena składa się z wielu elementów, jak to przede wszystkim znajdujemy w zakresie fal krótkich (anteny kierunkowe), choć i nierządko w zakresie fal średnich, promieniowanie poszczególnych elementów oddziaływa na elementy sąsied nie i powoduje, że obliczenie energii przechodzącej przez powierzchnie czaszy kulistej jest nieaktualne i nie pozwala na wprowadzenie i uwzględnienie wzajemnego wpływu promieniowania jednej anteny składowej na inne. Zasługa uczonych radzieckich jest to, że potrafili obliczyć to wszystko inaczej. Zamiast we wnętrzu czaszy kulistej obliczono mianowicie to promieniowanie, które wychodzi z powierzchni samego przewodu antenowego. Jest to przecież wszystkó jedna i ta sama energia, tylko raz ujęta w czaszy na pewnej odległości (bez strat) czy też u samego źródia. Takie ujęcie pozwala na porachowanie działania każdej anteny składcwej w układzie złożonym, wpływu na cia anten sąsiednich i wzajemnie jej wpływu na inne. Cale to zagadnienie nie wydaje się skomplikowane, lecz ujęcie jego w formę matematyczną, zgodną z przebiegami fizycznymi, jest prawdziwym wynalazkiem matematyczno-fizycznym, który stworzył drogę do dzisiejszego stanu teorii i techniki antenowej. Mimo jednak wielkiej liczby prac w tej dziedzinie, miczego istotnego do tych pionierskich prac uczonych radzieckich z lat dwudziestych nie dodano. Oczywiście, że stan praktyczny zastosowania anten krótkofalowych dla szeroko rozgałęzionych sieci radiokomunikacyjnych Związku Radzieckiego jest odpowiednio wysoki.

Rozwój telewizji w Związku Radzieckim postępował niezależnie od zagranicy. Pierwsze próby datuje się już z lat
1924—6. Pierwsze nadania publiczne odbyły się w r. 1931.
W r. 1940 stworzono system 441-liniowy (mechaniczny).
Jednocześnie jednak szły prace nad systemami elektronowymi i zupelnie niezależnie stworzono lampy nadawcze
(ikonoskop, emitron, ortikon), odbiorcze (kineskop) oraz
wiele oryginalnych schematów i układów, jak również
sprawę projekcji na duży ekran. Obecnie jest w ruchu
telewizja 625-liniowa, najbardziej subtelna, jak wiadomo,
w świecie. Jednocześnie postawiono na odpowiednim poziomie produkcję odbiorników, z których niektóre przykłady oglądaliśmy osobiście na Targach Poznańskich.

Dziedzina elektroakustyki posiada w Związku Radzieckim wybitnych specjalistów, instytuty, wytwórczość oraz znane, poszukiwane, jedyne w swoim rodzaju dziela naukowe i techniczne.

W powyższym krótkim streszczeniu dotknęliśmy tylko najważniejszych pozycji naukowych i technicznych, związanych z radiotechniką. Zainteresowanych odsyłamy do miesięcznika radzieckiego "Radiotechnika", w którym znajdą obszerniejsze wywody.

Gazetki mikrofonowe w zakładach pracy

Wiele fabryk i zakładów pracy, które mają zainstalowane urządzenia radiowe prowadzi już własne gazetki mikrolonowe. Audycja taka, składająca się z wiadomości politycznych na dany dzień, zarządzeń i komunikatów wewnętrznych, rozprowadzana jest za pomocą głośników na
wszystkie budynki i sale danego zakładu p. acy. Wzorową
gazetkę mikrofonową przygotowuje zespół redakcyjny
Państwowego Przedsiębiorstwa "Radiofonizacji Kraju"
w II Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju. Mamy
nadzieję, że ten nowy rodzaj gazetki mówionej znajdzie
wielu naśladowców.

Naokoło świata w 55 skokach

Najdłuższe fale radiowe, stosowane do komunikacji telegraficznej na największe odległości, okrążają z łatwością całą kulę ziemską, w czasie jednej siódmej sekundy. Radiostacje pracujące na tych falach, używające alternatorów wielkiej częstotliwości, nie są bynajmniej przestarzale mimo podeszłego wieku i niestosowania tamp elektronowych. Starzy praktycy pocztowi uważają je, przeciwnie, za najbardziej pewne, wręcz niezawodne dla stałej łączności. Nasza stacja tego typu, zainstalowana w Babicach, której długi szereg wież 100-metrowych znany był doskonaie każdemu warszawiakowi, nie przeżyła, niestety, dzialań wojennych. O jej pewności i zasiegu świadczy fakt, że w czasie okupacji Niemcy używali jej do komunikacji ze swymi łodziami podwodnymi na całym świecie. Pracowała ona na częstotliwości nieco ponad 16.000 c/s, czyłi na fali długości około 18.000 m.

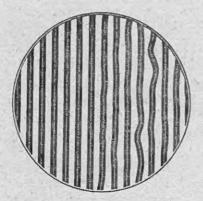
O rozchodzeniu się fal tej mniej więcej dlugości dochodzą nas obecnie dość ciekawe wiadomości. Otóż fala taka przebiega pomiędzy dwiema warstwami przewodzącymi, a mianowicie powierzchnią Ziemi oraz najniższą warstwą Jonosfery, położoną na przeciętnej wysokości 65 km. Pomiędzy tymi "bokami prowadnicy falowej" biegnie fala odbijając się raz od jednego, raz od drugiego. Z precyzyjnych pomiarów różnicy czasu rozchodzenia się fali bezpośredniej oraz tej, która obiegła Ziemię dokoła, w odwrotnym kierunku, obliczono, że fala dokonuje 55 skóków przy jednej takiej podróży. Długość każdego skoku wynosi zatem 728 kilometrów, zaś kąt, pod którym fala pada na powierzchnie Ziemi a następnie ją opuszcza, mierzy 8 stopni.

o kulturę, postęp i pokój!

Przedłużenie audycji płyty gramofonowej

W normalnej płycie gramofonowej, pomiędzy poszczególnymi rowkami trzeba zostawić odstęp tak duży, aby przy najsilniejszym dźwięku, który odpowiada największemu odchyleniu od pozycji normalnej, nie nastąpiło przecięcie się rowków i to nawet wtedy, gdy wychylenia szczytowe znajdują się naprzeciw siebie. Tak więc odstęp rowków jest z konieczności znaozny, o wiele większy niż przeciętnie potrzeba, uwzględniać musi bowiem rzadko stośunkowo napotykane szczyty. Dodamy jeszcze, że odstęp rowków został znormalizowany uwzględniając te właśnie duże odstępy. W niektórych płytach może więc ten szczyt dźwięku wcale nie występować, a mimo to odstęp rowków jest nań obliczony. Nowa metoda nagrywania zrywa z niez-

Aparatura służąca do sterowania odstępu rowka jest bardzo skomplikowana i precyzyjna. Sterowanie musi bowiem przygotowywać zapotrzebowanie na odstęp dladźwięku który ma dopiero nastąpić, i to uwzględniając położenie rowka poprzedzającego, naprzeciw położonego. Poza tym cała operacja musi być niesłyszalna i nie może wywoływać jakichkolwiek zniekształceń. Rozwiązanie takiego problemu wymaga znacznego nakładu aparatury, elektronowej i mechanicznej, przy czym wymagania dokładności przekraczają wszystko, co dotychczas spotykano w technice niskiej i wysokiej częstotliwości. Dość powiedzieć, że organ sterujący liczy 56 lamp i rozwiązuje zadanie przesuwania rowka tak, aby trzymał on należyty,



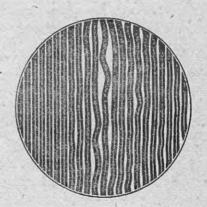
Rys. 1.

Dotychczasowa metoda nagrywania. Równomierny odstęp rowków mechanicznie uzyskany i ustalony, wyzyskany zaś tylko w rzadko spotykanych chwilach najsilniejszego dźwięku. Przy średnich i słabych dźwiękach wartościowa powierzchnia płyty jest zmatnowana (z lewej strony obrazu 7 rowków bez muzyki)

miennym odstępem rowków. Odstęp jest sterowany przez samą audycję i dostosowuje się do każdochwiłowej siły dźwięku. Zachowuje się go tylko takim, aby sąsiednie rowki z pewnością się nie przecięly, ale nie więcej. W ten sposób cenna powierzchnia płyty zostaje o wiele lepicj wykorzystana.

Zapisujcie się na członków

Społecznego Komitetu Radiofonizacji Kraju



Rys. 2.

Metoda dynamicznego sterowania odstępów rowków. Nierównomierny odstęp rowków sterowany elektrycznie i mechanicznie i dopasowany dokładnie do siły głosu. Zysk na powierzchni aż do 70% (z lewej strony obrazu znowu 7 rowków bez muzyki).

lecz nie za duży odstęp od swego sąsiada na płycie, w za leżności od siły dźwięku. Dodać przy tym należy, że obacnie wszystkie płyty nagrywa się wpierw na taśmie magnetofonowej. Z taśmy dopiero odgrywa się matryce nowej płyty. Dzięki temu można przystosować się do każdochwilowych okoliczności.

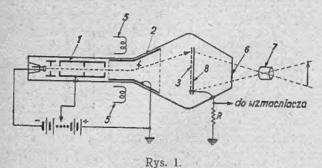
Przy nowym systemie nie zmieniają się ani metody wytwarzania płyt, ani też sposoby ich odgrywania. Dotycnczasowe gramofony elektryczne mogą służyć, bez jakicnkolwiek zmian, dla odgrywania nowych płyt. Zwraca się tylko uwagę na lekkość adaptera i odpowiednie igły.

Uzyskaną dzięki ulepszonej metodzie powierzchnię płyty wyzyskuje się w dwóch kierunkach: bądź dla zwiększenia czasu audycji, bądź dla wzmożenia dynamiki dźwięków oraz wzmocnienia przeciętnego poziomu siły głosu, wreszcie stosować można mniejsze niż dotychczasowe plyty. Jako przykład możemy podać, że czas audycji normalnej płyty 30-centymetrowej wynosi przy opisanym systemie aż 9 minut, zamiast dotychczasowych 4, i to przy zwiększonej dynamice dźwięku.

(...Radiotechnik" Wieden)

Telewizja (XV)

Należy nadmienić, że oprócz wyżej opisanego normalnego ikonoskopu, wykonano doświadczalny model ikonoskopu z działem elektronowym skierowanym prostopadle do płaszczyzny mozaiki.



Ikonoskop z półprzeroczystą mozaiką. Oznaczenia: 1 — działo elektronowe, 2 — druga anoda, 5 — cewki odchylające strumień elektronów, 4 — strumień wybierający elektrony, 3 — półprzeroczysta mozaika, 6 — plaskie okienko, 7 — soczewka optyczna, 8 — plytka sygnalowa

Na rysunku 1 przedstawiony jest jego schemat. Jak widać, strumień wybierający (4), upada na płaszczyznę mozaiki pod kątem prostym. Daje to w efekcie znacznie mniejszy sygnał fałszywy, rzędu sygnału wizji, co pozwala na zwiększenie prądu ikonoskopu, a zatem na zwiększenie sygnału wyjściowego.

Również kształt napięcia wytworzonych plam (sygnały fałszywe), jest bardziej prosty, co ułatwia jego kompensację.

Oprócz tego układ działa elektronowego skierowany prostopadle do mozaiki nie daje zniekształceń trapezu, a więc i tu odpada stosowanie kompensacji.

Obraz optyczny rzucany jest na półprzezroczystą mozaikę, co wywołuje po jej światłoczułej stronie — fotoemisję.

Dalsze procesy następują jak w normalnym ikonoskopie. Sygnał wyjściowy z płytki sygnałowej otrzymuje się na oporze obciażenia R.

Największą trudnością było wykonanie półprzezroczystej mozaiki. Zrobiono ją z płytki mikowej o grubości ok. 0,1 mm. Z jednej strony powleczono ją, drogą napylenia, bardzo cienką warstewką platyny, z drugiej zaś wykonano normalną fotoczułą mozaikę, podobnie jak w zwykłym ikonoskopie.

Tak sporządzona mozaika tłumi przechodzące światło, najwięcej przy przejściu przez platynową płytkę sygnałową. Stwierdzono, że całkowita absorbeja światła przechodzącego przez mozaikę wynosi ok. 60%: stanowi to poważną wadę, którą wyżej omówione zalety

łącznie z prostą konstrukcją nie zmniejszyły, gdyż czułość ikonoskopu z półprzezroczystą mozaiką wynosi ok. 30% czułości zwykłego ikonoskopu.

Superikonoskop

Następną lampą analizującą jest superikonoskop. Pracuje na zasadzie akumulacji energii świetlnej, jednak funkcje wyrzucania fotoelektronów i analizy obrazu są oddzielone w przeciwieństwie do ikonoskopu. Pozwala to na lepsze, pod względem wykorzystania, zaprojektowanie elementów lampy.

Superikonoskop jest około 10 razy czulszy, dzięki czemu wymaga mniejszego oświetlenia. I tak dla pracy na otwartym powietrzu wystarcza 100 luksów, natomiast przy świetle sztucznym (studio) należy jasność zwiększyć do 500 luksów, przez co uzyskuje się większą głębię ostrości. Superikonoskop pozwala na otrzymanie obrazu o definicji do 1000 linii.

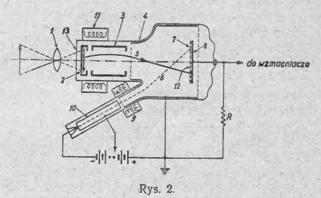
Rysunek 2 podaje schemat superikonoskopu.

W bańce podobnej do bańki ikonoskopu, poza płytką mozaikową (7, 8), działem elektronowym (10) i układem cylindrycznym elektrod przyśpieszających (3, 4), znajduje się półprzezroczysta fotoczuła katoda (2).

Podstawowymi składnikami fotokatody są cez i antymon,

Co się tyczy mozaiki, to nie jest ona fotoczułą (jak w ikonoskopie) posiada natomiast duży spółczynnik emisji wtórnej.

Obraz optyczny jest sprojektowany na wewnętrzną fotoczułą część katody. Wskutek pa-



Superikonoskop. Oznaczenia: 1 — soczewka optyczna, 2 — przezroczysta fotokatoda, 3 — anoda przyśpieszająca fotoelektrony, 4 — druga anoda, kolektor, 5 — tor fotoelektronu, 6 — tor strumienia wybierającego elektrony, 7 — mozaika, 8 — płytka sygnalowa, 9 — cewki odchylające strumień wybierający, 10 — działo elektronowe, 11 — cewka skupiająca fotoelektrony, 12 — obraz elektronowy na mozaice, 13 — plaskie okienko

dających fotonów katoda emituje elektrony proporcjonalnie do jasności rzutowanego obrazu.

Następuje tu transformacja obrazu optycznego na obraz elektronowy.

Z kolei elektronom wyzwolonym nadajemy szybkość w kierunku mozaiki, aby uderzając w nią wytrącały elektrony wtórne, które będą ładowały elementarne kondensatorki mozaiki.

Niewątpliwie efekt uzyskany w ten sposób będzie znacznie większy (duży spółczynnik emisji wtórnej) niż uzyskiwany drogą bezpośredniego wytrącania elektronów przez fotony, jak to ma miejsce w ikonoskopie.

Jest to główna przyczyna zwiększająca czu-

łość lampy.

Potencjał przyśpieszający anod wynosi około + 500 V w stosunku do fotokatody.

Proces analizy odbywa się na mozaice, zatem należy tu skupić obraz elektronowy emitowany z fotokatody. Uzyskujemy to stosując skupienie elektromagnetyczne przy pomocy cewki długiej (11).

Mechanizm powstawania sygnału wizji tj. ładowności mozaiki i wybieranie jej strumieniem (6) — taki sam jak w ikonoskopie.

Z powyższego widać, że oprócz zwiększenia czułości lampa zachowała wady zwykłego ikonoskopu tzn. zdolność wytwarzania falszywych sygnałów oraz małe wykorzystanie zakumulowanej energii świetlnej.

Superikonoskop nazywamy inaczej supere-

mitronem lub eriskopem.

Zbudowano również ikonoskop z powielaczem oraz ikonoskop i superikonoskop z dwustronną mozaiką, jednak nie znalazły one szerszego zastosowania.

Superikonoskop należy również do grupy lamp w których strumień wybierający posiada dużą szybkość, w związku z czym powstają dodatkowo szkodliwe zjawiska związane z emisją wtórną. Niżej opisane zostaną lampy doskonalsze, w których do analizy używa się strumienia elektronów o bardzo małej szybkości.

Orthikon

Orthikon należy również do grupy lamp akumulujących energię świetlną.

Zależność pomiędzy sygnałem wyjściowym i naświetleniem mozaiki jest funkcją liniową, dzięki czemu uzyskuje się lepsze kontrasty.

W porównaniu do $5 \div 10\%$ wydajność ikonoskopu, orthikon posiada wydajność użyteczną ładunku zakumulowanego wynoszącą prawie 100%.

W ikonoskopie, gdzie jak już podkreślono, strumień wybierający posiada dużą szybkość (ok. 1000 el-wolt), wytrącane są elektrony wtórne. Część ich użyteczna zostaje zebrana przez kolektor dając sygnał wizji, część zaś powracająca z powrotem na mozaikę — szkodliwa, wytwarza sygnały fałszywe.

W orthikonie natomiast przy wybieraniu nie występuje emisja wtórna, a to ze względu na małą szybkość strumienia wybierającego. Nie powstają więc sygnały fałszywe. Zbierany zostaje powrotny strumień wybierający i zmiany natężenia jego tworzą sygnał użyteczny.

Stuprocentową sprawność uzyskuje się dzię-

ki:

- a) nieobecności emisji wtórnej, gdyż nie ma strat ładunku zakumulowanego na mozaice.
- b) istnieniu silnego pola zbierającego wszystkie fotoelektrony uwolnione z mozaiki.

Wykonanie lampy przedstawia duże trudności.

Polegają one na wytworzeniu i odchylaniu strumienia elektronów o malej szybkości bez zniekształceń.

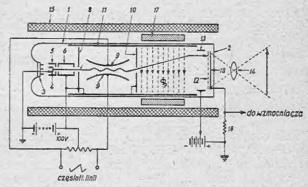
Należy tu rozumieć zniekształcenie geometryczne oraz zjawisko nieostrości tzn. rozmazy-

wanie plamki wybierającej.

Trudności te są duże, bo wiemy że np. strumień o małej szybkości ulega łatwo wpływom szkodliwym obcych pól zarówno magnetycznych jak i elektrycznych, które należy usuwać odpowiednimi ekranami.

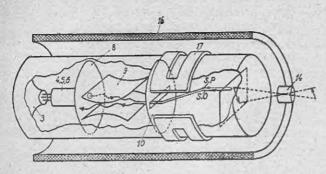
Następnym warunkiem dobrej pracy jest wytworzenie strumienia elektronów, który by przy odchylaniu był zawsze prostopadły do powierzchni mozaiki. Wymaga to zbudowania złożonych układów odchylających. Powyższe jest uwarunkowane względami nieostrości, gdy w wypadku padania strumienia na mozaikę pod kątem ostrym odbicie jego następuje również pod tym samym kątem ostrym.

Dzięki składowej szybkości strumienia równoległej do płaszczyzny mozaiki, następuje po-



Rys. 3.

Orthikon. Oznaczenia: 1 — bańka szklana, 2 — plaskie okno, 3 — doprowadzenie działa elektronowego, 4 — katoda, 5 — elektroda modulująca, 6 — anoda przyśpieszającą (około 100 V), 7 — strumień elektronów wybierających, 8 — ekran pierwszy, kolektor, 9 — płytki odchylające, 10 — drugi ekran, 11 — osłona metalowa wewnętrzna, 12 — przezroczysta mozaika, 13 — elektroda hamująca, 14 — soczewka optyczna, 15 — cewka wytwarzająca pole podłużne Φ_θ (osłowe), 16 — opór pracy, 17 — cewka wytwarzająca pole poprzeczne Φ_P 18 — płytka sygnalowa



Rys. 4.

Perspektywa wnętrza orthikonů. Widoczne tory elektronów pierwotnych (S.P.) i elektronów odbitych (S.O.)

ślizg strumienia wzdłuż niej, co wywołuje efekt nieostrości (rys. 7).

Inne oznaczenia jak ma rys. 3.

Niżej zostanie opisany orthikon i wyjaśnio-

ne procesy jego pracy.

Rys. 3 i 4 przedstawiają orthikon.

Cylindryczna bańka szklana (1) zakończona jest z jednej strony płaskim okienkiem (2), zaś z drugiej strony zatopione są doprowadzenia działa elekronowego (3). Działo składa się z katody (4), przed którą znajduje się cylinder modulujący (5), dalej następuje cylindryczna anoda (6) o potencjale ok. + 100 V przyspieszającym strumień elektronów (7).

Diafragmy wewnątrz cylindra (6) zwężają strumień elektronów, gdyż wąski strumień pozwala uzyskać wyższą definicję obrazu oraz

zmniejszyć zniekształcenia.

Elektroda (5) służy do regulacji strumienia elektronów. Za działem elektronowym znajduje się płaska tarcza-ekran (8) z otworem w środku, dużym w porównaniu do przekroju strumienia elektronów.

Pomiędzy płytkami 9 — 9 następuje odchylanie poziome dzięki obecności pola elektrycznego o kształcie zębatym, które otrzymuje się przez przyłożenie do płytek napięcia o takim samym kształcie.

Poza płytką (9) znajduje się następny ekran (10) podobny do (8), jednak ze szczeliną podłużną, prostopadłą do płaszczyzny rysunku.

Ekrany (8) i (10) służą do ograniczenia prze-

strzeni rozciągania poziomego.

Wewnętrzna, cylindryczna część bańki szklanej (1) pokryta jest płaszczem metalowym (11), który rozciąga się od działa elektronowego aż prawie do mozaiki.

Anoda (6), ekrany (8) i (10) oraz płaszcz metalowy (11) są na jednakowym potencjale. Dzięki temu elektrony po wyjściu z anody (6) lecą dalej ze stałą szybkością, aż do elektrody cylindrycznej (13).

Półprzezroczysta mozaika jest umieszczona

wewnątrz poza okienkiem (2).

Obraz optyczny skupiony jest na fotoczułej stronie mozaiki. Pomiędzy płytką sygnałową a ziemią załączony jest opór obciążenia (16), na którym uzyskujemy sygnały wyjściowe wizji. Również na ziemi znajduje się katoda działa elekronowego. Przed mozaiką umieszczono krótki cylinder (13) posiadający w stosunku do ziemi ujemny potencjał.

Para cewek (17) służy do wytworzenia poprzecznego pola, równoległego do linii sił po-

la elektrycznego płytek 9 — 9.

Cała lampa otoczona jest cewką długą (15) wytwarzającą dostateczne, jednostajne pole, równoległe do osi lampy — Φ_0 .

Rozpatrzymy po kolei mechanizm procesów zachodzących podczas pracy lampy jak: skupianie, odchylanie poziome i pionowe, i powstawanie sygnału.

Skupianie strumienia jest elektromagnetyczne przy pomocy cewki długiej (część VII i IX).

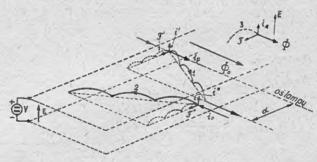
Elektrony wylatujące z katody poza elekrodą modulującą zostają przyśpieszane przez potencjał anody i dalszych ekranów łącznie z płaszczem metalowym. Ponieważ jednocześnie isinieje pole cewki 15, więc elektrony będą biegły po spiralach, ogniskując się co pewlien czas (względnie odległość), zależnie tylko od natężenia pola magnetycznego i szybkości elektronów (wielkości potencjału przyśpieszającego). Odległość ogniskowa jest równa

$$d\,=\,2\pi\,\frac{m}{e}\,\cdot\frac{V_\circ}{H}$$

Sytuacja się komplikuje tuż przy powierzchni mozaiki, gdy szybkość elektronów spada prawie do zera. W tym wypadku na bardzo małej odległości następuje cały okres ruchu spiralnego $V_0 \cong 0$ i d $\cong 0$) co powoduje na powierzchni mozaiki zwiększenie przekroju strumienia, czyli pogorszenie ostrości.

Jeżeli element mozaiki posiada choćby najmniejszy ładunek dodatni, co ma prawie zawsze miejsce przy fotoemisji, to poprawienie skupienia osiągniemy przez zmianę napięcia

anodowego lub pola magnetycznego.



Rys. 5.

Odchylanie poziomie w orthikonie. Oznaczenia: Φ_0 — pole magnet. osiowe, V — napięcie między płytkami odchylającymi, α — odchylenie poziome, i $_P$ — prąd elektronów pierwotnych (wybierających) i $_0$ — prąd elektronów odbitych, i', i" — składowe prostopadle prądu elektronów od działania napięcia V, ' F'. F' — siły działania pola na prądy i' i", 1 — tor elektronów pierwotnych (odchylony), 2 — tor elektronów odbitych (powrotnych), 3 — cykloidalny tor elektronów

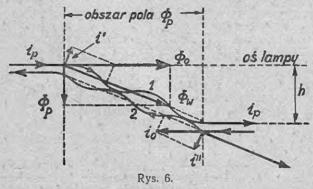
Odchylanie poziome zachodzi pomiędzy płytkami 9. Po przejściu ekranu 8, elektrony wchodzą symetrycznie pomiędzy płytki 9 — 9. (rys.

5).

Załóżmy, że płytka 9" posiada potencjał dodatni względem płytki 95, to strumień elektronów będzie przyciągany przez nią, a więc powstanie składowa prądu prostopadła - 1', która łącznie z polem cewki 15, wywoła ruch cykloidalny prostopadły do osi lampy. Ponieważ elektrony posiadają również ruch poosiowy z szybkością V₀, więc powstanie wypadkowy ruch cykloidalny nachylony pod pewnym katem do osi lampy. Czas trwania okresu cykloidy zależy tylko od natężenia pola H, amplituda zaś jej — od różnicy napięć nomiedzy 9" i 9". Jeśli dobierze się tak wartości H i V. aby w czasie przejścia przez płytki odchylające 9, elektrony zakreśliły całkowita ilość cykloid, to droga zboczenia elektronów w ruchu cykloidalnym, czyli odchylenie roziome, zależeć będzie od Vodeh.

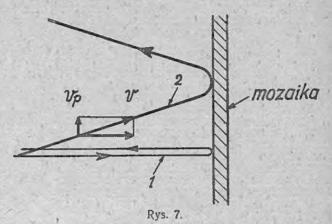
Jest to jasne, gdyż ilość cykloid dla danego natężenia pola H jest stała, zmienia się tylko amplituda cykloidy, czyli droga przebyta w tym samym czasie (prostopadle do osi). A że droga jest równoznaczna z odchylaniem poziomym, więc będzie ono funkcją Vodch.

Należy również zaznaczyć, że wskutek dobrania całkowitej ilości cykloid, elektrony będą wychodziły z pola odchylającego odpowiednio w takim samym położeniu fazowym, w jakim w nie weszły. Gdy promień nieodchylony po przejściu pola uderza w mozaikę pod kątera prostym, to przy odchyleniu będzie również wychodził pod kątem prostym, ponieważ po wyjściu z pola elektrony mają tylko osiowy kierunek ruchu. Zachowana jest również jednostajna szybkość odchylania oraz niezmienność energii elektronów, co daje gwarancję jednakowej neutralizacji potencjaru mozaiki.



Odchyłanie pionowe w orthikonie. Oznaczenia: ip — strumień elektronów pierwotnych, Ψ_0 — pole osowe, Φ_p — pole zmienne poprzeczne, Ψ_w — pole wypadkowe, 1, 2 — tory śrubowe elektronów pierwotnych i powrotnych, i' i" — składowe pradu elektronów prostopadle do strumienia wypadkowego, io — strumień elektronów odbitych, b — odchyłenie pionowe

Płytki 9 muszą mieć kształt wygięty, aby strumień wchodził i wychodził z pola stopniowo. Zmniejsza to efekt pogorszenia skupienia i geometrycznych zniekształceń wywołanych polem krawędziowym.



Drogi elektronów w pobliżu mozaiki. Oznaczenia: 1 — tor elektronu prostopadlego do mozaiki, 2 — tor elektronu biegnącego pod kątem do mozaiki, vp — składowa równolegla do powierzchni mozaiki, powodująca poślizg elektronów na niej

Przy przepływie prądu elektronów w kierunku przeciwnym, co ma miejsce przy powrotnym biegu strumienia — zmieni się kierunek odchylenia cykloidy w polu (rys. 5) odchylającym.

W dalszej drodze do mozaiki, strumień odchylany przechodzi przez poziomą szczelinę podłużną w ekranie 10 i wchodzi w obszar działania cewek magnetycznych 17. Tutaj na pędzące elektrony działają dwa pola magnetyczne: jak przy odchylaniu poziomym — Φ_0 (pole osiowe cewki 15) i poprzeczne odchylające — Φ_v (pole cewki 17) — rys. 6.

Podczas gdy pole elektryczne między płytkami 9 zmienia się z częstotliwością linii, pole — Φ_{ν} zmienia się z częstotliwością zmian obrazów.

Wypadkowe pole Φ_w będzie zmieniało swój kierunek odpowiednio do zmiany Φ_v . Składowa strumienia elektronów, prostopadła do wypadkowego strumienia magnetycznego, wywoła ruch śrubowy elektronów w kierunku Φ_w .

Jeżeli średnica zatoczonej śruby jest mała, to można założyć, że elektrony posuwają się wzdłuż pola wypadkowego (jak przy soczewkowaniu magnetycznym), które zmieniając położenie swoje w płaszczyźnie pionowej wywołuje w ten sposób odchylanie.

Dla strumienia elektronów powrotnych (przeciwny kierunek ruchu elektronów) zmieni się skręt linii śrubowej, gdyż kierunek posuwania się elektronów będzie przeciwny do kierunku ruchu elektronów pierwotnych, natomiast kierunek ruchu śrubowego pozostanie taki sam tzn. wzdłuż wpadkowego pola – $\Phi_{\mathbf{m}}$.

Reasumując powiemy, ze przez obszar cewki 17 elektrony powracają tą samą drogą co

przyszły.

Jak i poprzednio, tak i tutaj, energia kinetyczna elektronów nie ulega zmianie i elektrony po wyjściu z pola w dowolnym położeniu odchylenia posiadają tę samą szybkość i kierunek równoległy do osi lampy, czyli prostopadły do powierzchni mozaiki.

Właściwie można powiedzieć, że elektrony począwszy od ekranu 8 aż do mozaiki, biegną ruchem śrubowym, który pomiędzy płytkami 9 doznaje odchylania poziomego zaś w obsza-

rze cewki 17 - pionowego.

W dalszym ruchu elektroda opóźniająca (13), hamuje elektrony, tak że dochodzą one do mozaiki z szybkością prawie równą zeru.

Część elektronów neutralizuje ładunki elementów mozaiki, reszta odbija się pod kątem prostym (kąt padania = kątowi odbicia) i powraca tą samą drogą przez obszar odchylania pionowego. W obszarze płytek 9 strumień zostaje odchylony w przeciwnym kierunku do toru strumienia elektronów pierwotnych i w końcu zostaje zebrany przez ekran 8, który gra rolę kolektora.

(d. c. n.)

S. Krize

Ujemne sprzężenie zwrotne (II)

Rozpatrzymy najczęściej używane układy ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacnia czach niskiej częstotliwości.

Ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące jeden stopień

Na rys. 6, 7 i 8 widzimy najprostsze układy ujemnego sprzężenia zwrotnego obejmującego tylko końcowy stopień wzmacniacza. Jako lampę wyjściową zastosowano pentodę. Układy te można tak samo stosować w przypadku, gdy w stopniu wyjściowym pracują inne typy lamp triody i tetrody.

W układzie rys. 6 napięcie sprzężenia zwrotnego podawane jest przy pomocy dodatkowego uzwojenia umieszczonego na transformatorze wyjściowym. Uzwojenie to może być nawinięte na wtórnym uzwojeniu transformatora. Ilość zwojów uzwojenia sprzężenia zwrotnego wastępujący sposób.

Współczynnik sprzężenia zwrotnego dla układu rys. 6 równa się

$$A = 1 + K\beta = 1 + \frac{U_a}{U_g} \cdot \frac{w\beta}{w_1}$$

gdzie K — wzmocnienie stopnia wyjściowego nieuwzględniające współczynnika transformacji transformatora wyjściowego. U_z — amplituda napięcia w obwodzie anody; U_z — amplituda napięcia w obwodzie siatki lampy stopnia wyjściowego; w, i u β — ilość zwojów uzwojenia pierwotnego i uzwojenia sprzężenia zwrotnego.

Wyznaczając z ostatniego równania niewiadomą ws znajdziemy

stosunek $\frac{U_a}{U_g}$ = K dla każdej lampy można

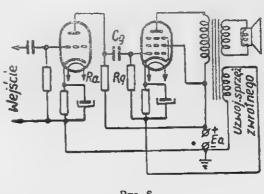
łatwo znaleźć z charakterystyk i zwykle bywa on rzędu 10. Ilość zwojów pierwotnego uzwojenia transformatora wyjściowego w₁ powinna być przy obliczaniu układu znana, współczynnik sprzężenia zwrotnego A przyjmujemy w granicach 3—4.

Np. dla lampy 6F6 w normalnych warunkach $U_r = 15 \text{ V}$, $U_s = 200 \text{ V}$. Dlatego zakładając A = 3 znajdziemy

$$w\beta = \frac{w_1}{7}$$

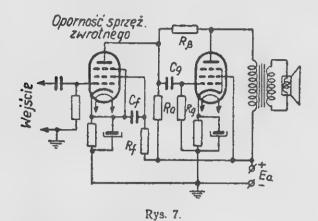
Pamiętajmy, że napięcie zdejmowane z lampy poprzedniego stopnia powinno być wzmocnione A razy. W naszym przykładzie napięcie to wynosi 45 V, co wymaga odpowiedniego powiększenia wzmocnienia poprzednich stopni.

Uzwojenie sprzężenia zwrotnego w układzie pokazanym na rys. 6 nawija się z drutu o tym samym przekroju, co pierwotne uzwojenie transformatora wyjściowego. Eksperymental-



Rys. 6.

nie znajduje się właściwy sposób połączenia końców tego uzwojenia, zapewniający sprzężeniu zwrotnemu ujemne znaczenie. Przy niewłaściwym połączeniu końców tego uzwojenia wzmacniacz zaczyna generować, co poznaje się po gwiździe w głośniku i zwiększeniu znie-



kształceń wzmacniacza. Przy właściwym połączeniu końców siła głosu spada (przy niezmienionym wzmocnieniu poprzedniego wzmacniacza) i głos staje się bardziej czysty.

Układ sprzężenia zwrotnego pokazany na rys. 7 nosi nazwę równoległego układu sprzężenia, ponieważ napięcie sprzężenia zwrotnego podaje się równoległe do sygnału wejściowego, nie zaś w szereg z nim, jak to ma miejsce w układzie rys. 6.

O ile chodzi o zmuiejszenie zniekształceń i przeszkód, układy równoległego sprzeżenia zwrotnego mają tę samą wartość, co układy szeregowego sprzężenia. Cechą charakterystyczną układów sprzężenia równolegiego jest zmniejszenie ich oporności wejściowej przy wprowadzeniu sprzężenia, co przy niezmienionym napięciu na źródle sygnału wejściowego wymaga zwiększenia jego prądu. Wprowadzenie sprzeżenia równoległego zmniejsza także wzmocnienie układu proporcjonalnie do czynnika sprzężenia zwrotnego $A = 1 + k\beta$. Spadek wzmocnienia można częściowo skompenscwać przez pewne powiększenie oporności obciążenia lampy poprzedniego stopnia R. (rys. 7).

Układy z równoległym sprzężeniem zwrotnym pracują dobrze, jeżeli wewnętrzna oporność lampy stopnia poprzedniego jest wystarczająco duża, tj. przewyższa kilkakrotnie oporność obciążenia R_a. Warunek ten spełniamy stosując w stopniu poprzednim pentody wysokiej częstotliwości np. 6J7.

Dla układu pokazanego na rys. 7 przyjąć można na β takie przybliżone wyrażenie:

$$\beta \cong \frac{R_a}{R\beta}$$

Zatem czynnik sprzeżenia zwrotnego można dla tego układu wyrazić przy pomocy jego parametrów w taki sposób:

$$A = I + i\beta = I + K \cdot \frac{R_a}{RB}$$

rozwiązując to na R3 otrzymamy:

$$R\beta = R_a \frac{K}{A-1}$$

Dla większości praktycznych przypadków k równa się w przybliżeniu 10, A = 3; dlatego

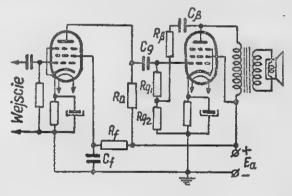
$$\mbox{R}\beta\cong 5$$
 , \mbox{R}_a .

Dla lampy 6J7 w układzie przedostatnim można np. polecać takie parametry układu:

$$R_a = 0.2 - 0.3 \text{ M}\Omega, R_i = 0.8 - 1 \text{ M}\Omega, R_3 = 1 \text{ M}\Omega,$$

 $C_g = 0.01 \mu\text{F}, R_i = 1 \text{ M}\Omega, C_i = 0.1 \mu\text{F}.$

Układ pokazany na rys. 8 jest w istocie rzeczy wariantem poprzedniego układu i nie ma



Rys. 8.

w stosunku do niego żadnych zalet. Wielkość β dla tego układu można przybliżenie obliczyć z następującego wzoru:

$$\beta \cong \frac{R_{g2}}{R_{g2} + R\beta} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_{g1}}$$

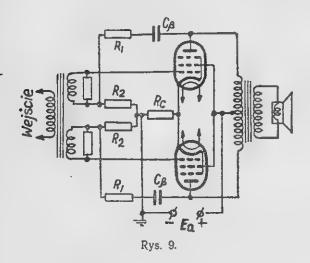
Na rys. 9 widzimy układ z ujemnym sprzężeniem zwrotnym w stopniu wyjściowym pushpull. Schemat ten można zastosować przy pracy lamp tego stopnia bez prądów siatki.

W tym układzie napięcie sprzężenia zwrotnego podaje się z obwodu anodowego lamp do obwodu siatki przez dzielnik napięć składający się z oporności R, i R₂. Kondensatory C3 konieczne są dla uchronienia obwodu siatkowego przed dostaniem się do niego stalego napięcia z obwodu anodowego.

β dla danego układu ma wygląd:

$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Oznaczmy całkowita oporność dzielnika



w obwodzie sprzeżenia zwrotnego R_1+R_2 przez R_3 . Wówczas

$$\beta = \frac{R_2}{R\beta}$$

znajdźmy współczynnik sprzężenia zwrotnego

$$A=1+K\beta=1+K\frac{R_2}{R\beta}$$

skąd

$$R_3 = R\beta \frac{A-1}{K}, R_1 = R\beta - R_3$$

Wielkość oporności dzielnika Rź przyjmuje się w granicach 100.000 — 200.000 omów. Wzmocnienie K, jak i poprzednio można znaleźć z wyrażenia k = $\frac{U_a}{U_o}$

Pojemność kondensatorów C β wybiera się w ten sposób, aby ich oporność pojemnościowa była na całym zakresie pracy mniejsza, niż oporność dzielnika R. Można np. skorzystać z takiego wyrażenia $\frac{1}{2\pi} \frac{1}{f_n} \frac{R\beta}{3}$ gdzie f_n jest najniższą częstotliwością, równą zazwyczaj 50 – 100 Hz.

Wyszukując z tego wyrażenia wielkość pojemności Cβ, wyrażonej w mikrofaradach, otrzymamy:

$$C\beta = \frac{10^4}{k\beta} (\mu F)$$

Jeżeli pojemność Ca ma wielkość nie stan-

dartowa, trzeba ją zaokrąglić do najbliższej większej wartości standartowej.

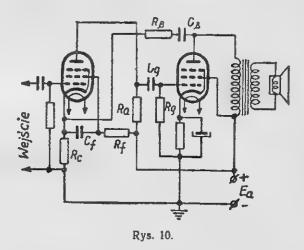
Z wzoru tego można określić pojemności kondesatorów w obwodzie sprzeżenia zwrotnego C3 dla układów rys. 8, 9, 10 i 12.

Ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące dwa stopnie

Chcąc zmniejszyć zniekształcenia i szumy powstające nie tylko w ostatnim lecz i w przedostatnim stopniu wzmacniacza, musimy objąć obwodem sprzężenia zwrotnego oba te stopnie. W tym wypadku trzeba podawać napięc.c sprzężenia zwrotnego na wejście przedostatniego stepnia.

Układy sprzężenia zwrotnego obejmującego dwa stopnie wzmacniacza widzimy na rys. 10, 11 i 12

W schemacie przedstawionym na rys. 10 napięcie sprzężenia zwrotnego przekazuje się z obwodu anody stopnia wyjściowego przez Cβ 1 Rβ na opór katodowy R, pierwszej lampy. Opór ten służy równocześnie do podawania automatycznego ujemnego napięcia na siatkę



riciwszej lampy. Wielkość jego otrzymujemy ze zwykłego wzoru

$$R_c = \frac{E_g}{I_a + I_e}$$

gdzie E_g — wielkość ujemnego napięcia na siatce, I, i I_e — prądy anody i siatki ekranowi, wyrażone w amperach. Wielkość E_g , I_a i I_e znajduje się z charakterystyk lamp.

I Ja danego schematu sluszne jest takie wyrażenie dla wielkości β :

$$\beta = \frac{R_c}{R_{\text{B}}}$$

Tak więc współczynnik sprzeżenia zwrotnego A równa się:

$$A = 1 + k \cdot \beta = 1 + K \frac{R_c}{Rs}$$

gdzie K - wzmocnienie obu stopni układu.

Wielkość R3 można znaleźć ze wzoru, który wynika z poprzedniego:

$$R\beta = R_c \cdot \frac{K}{A-1} \cdot$$

Całkowite wzmocnienie obu stopni znajduje się jako:

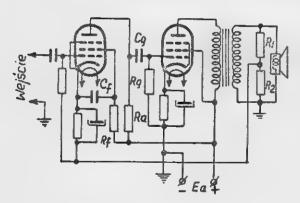
$$K = K_1 \cdot K_2 = S_1 \frac{R_a R_g}{R_a + R_\sigma} S_2 R_{e_2},$$

gdzie S_1 i S_2 — nachylenia charakterystyk pierwszej i drugiej lampy w punkcie pracy; R_a i R_g — anodowe i siatkowe opory wskazane na schemacie (rys. 10); R_{12} — opór obciążający obwód anodowy lampy z ostatniego stopnia równający się

$$R_{a_2} = R_a \left(\frac{w_1}{w_*}\right)^2$$

Tutaj \mathbf{R}_a — obciążenie uzwojenia wtórnego transformatora (np. oporność cewki dźwiękowej gośnika dynamicznego), \mathbf{w}_i i \mathbf{w}_2 — liczby zwojów pierwotnego i wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego.

Wykonamy tytułem przykładu obliczenie rozpatrywanego układu sprzężenia zwrotnego (rys. 10).



Rys. 11.

Dane: pierwszy stopień pracuje na lampie 6J7 i ma następujące parametry: $R_{s}=0.2~M\Omega$, $R_{g}=0.6~M\Omega$, $R_{c}=10~K\Omega$.

Drugi stopień pracuje na lampie 6L6. Oporność cewki dźwiękowej gośnika dynamicznego $R_n=4~\Omega,~w_1=3.000$ zwojów, $w_2=100$ zwojów.

Należy znaleźć dane obwodu sprzężenia zwrotnego.

1. Znajdziemy wielkość oporności Raz

$$R_{a_2} = R_a \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2 = 4 \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 3600 \,\Omega_1$$

 Obliczymy całkowite wzmocnienie układu K (bez uwzględnienia sprzeżenia zwrotnego);

$$K = S_1 \, \frac{R_a \, R_g}{R_a + R_g} \, S_2 \, R_{a_2} =$$

=
$$0.7 \cdot 10^{-3} \frac{2.10^5 \cdot 6.10^5}{2.10^5 + 6.10^5} \cdot 4.10^{-3}$$
, $3600 = 1500$.

gdzie nachylenie charakterystyki lampy 6J7 w układzie oporowym $S_1=0.7$ mA/V, a $S_2=4$ mA/V.

 Znajdujemy wielkość oporności R3 przyjmując współczynnik sprzężenia zwrotnego A = 4;

$$R\beta = R_c \frac{K}{A-1} = 10^3 \frac{1500}{4-1} =$$
$$= 5.10^5 \Omega = 0.5 M\Omega.$$

 Znajdziemy pojemność kondensatora w obwodzie sprzężenia zwrotnego.

$$C\beta = \frac{10^4}{R\beta} = \frac{10^4}{5.10^5} = 0.02 \, \mu F$$

Układ podany na rys. 11 pod wieloma względami jest analogiczny do poprzedniego. Różnica polega na tym, że napięcie sprzężenia zwrotnego bierze się z dzielnika R\$\beta = R_1 + R_2 włączonego do wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego.

Obliczenie tego układu także nie jest trudne. Wielkość oporności dzielnika R3 trzeba przyjąć 40—50 razy większe od wielkości obciążenia użytecznego R_n. Dla znalezienia wielkości oporności R₁ i R₂ korzystamy z wzorów uzyskanych dla układu rys. 9, a słusznych i w tym wypadku:

$$R_1 = R\beta \frac{A-1}{K}; \qquad R_1 = R\beta - R_2$$

Tutaj k jest to wzmocnienie dwóch stopni z uwzględnieniem współczynnika transformacji transformatora wyjściowego

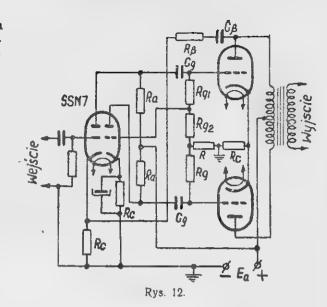
$$\begin{split} K &= K_1 \cdot K_2 = \\ S_1 &= \frac{R_a \; R_g}{R_a + R_g} \; S_2 R_{D2} \frac{W_2}{W_1}. \end{split}$$

Na zakończenie rozpatrzmy układ sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu z wyjściem w układzie przeciwsobnym (push-pull) i stopni z odwróceniem fazy przedstawiony na rys. 12.

Układ ten nadaje się tylko dla pracy stopnia wyjściowego bez pradów siatki, ponieważ między stopniami zastosowano sprzężenie oporowe. W stopniu wyjściowym można użyć lamp dowolnego typu. W stopniu z inwersją fazy można zastosować tylko podwójne triody z oddzielnymi katodami np. lampy typu 6SL7 lub 6SN7. Obwód sprzężenia zwrotnego oblicza się tak samo jak dla układu rys. 10.

Parametry układu z inwersją fazy można przyjąć rzędu: $R_a=0.2~M\Omega,~R_{g1}=0.5~M\Omega,~R_{g2}=10.000~\Omega,~R=0.5~M\Omega,~C_g=0.01~\mu F.$

Takie są najczęściej używane układy ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczach niskiej częstotliwości.



Inż. J. Kroszczyński

Pomiar mocy nadajników amatorskich

Jeżeli wziąć pod uwagę, że zasadniczym zadaniem nadajnika jest dostarczenie możliwie największej mocy wysokiej częstotliwości, dziwne się może wydać, że w praktyce amatorskiej prawie z reguły nie przeprowadza się pomiaru mocy oddawanej i sprawności stopnia końcowego. Że potrzeba takich pomiarów jest istotna, można pokazać na następującym przykładzie: przypuśćmy, że amator X posiadając lampę nadawczą LS50 o mocy admisyjnej 40 W, wskutek niedokładnego dopasowania lub innych błędów osiąga sprawność 20%. Wtedy, dostarczając z prostownika moc 50 W, osiąga on moc 10 W w antenie, jednocześnie obciążając lampę do maksimum. Równocześnie amator Y posiadając np. zwykłą 6L6 o mocy admisyjnej 18 W (a więc znacznie słabszą niż LS50) przez staranną konstrukcję i wyregulowanie warunków pracy osiąga sprawność 66%, tzn. dostarczając do anody również 50 W promieniuje w eter z mocą 33 W, tracąc na anodzie zaledwie 17 W. (Oczywiście w obu wypadkach mowa o pracy telegraficznej). Chociar przykład jest przejaskrawiony, to jednak strojąc nadajnik bez jednoczesnego pomiaru mocy oddawanej, znacznie częściej osiaga się sprawność 20% niż 70%. Odnosi się to szczególnie do nadajników amatorskich, z których każdy jest przecież nową konstrukcją, wymagającą doświadczalnego doboru najlepszych warunków eksploatacji.

W poniższym artykule podane zostaną niektóre sposoby pomiaru dostarczanej przez nadajnik mocy w. cz., przy czym szczegółowo opisana zostanie metoda fotometryczna, do-

kładna i nie wymagająca posiadania żadnych specjalnych przyrządów.

Na wstępie rozważmy pewne podstawowe zależności w wypadku niemodulowanego wzmacniacza mocy.

Jak powszechnie wiadomo, dostarczana z prostownika do anody końcowego stopnia nadajnika moc Po wynosi:

$$P_o = U_{ab} I_{ab} \qquad (1)$$

gdzie: U_{a0} — napięcie anodowe I_{a0} — prąd anodowy

Moc Po traci częściowo na ciepło na anodzie lampy, częściowo zaś zamienia na użyteczna moc w. cz. Stosunek otrzymywanej mocy użytecznej do mocy dostarczanej z zasilacza nazywamy sprawnością.

$$\eta = \frac{P_w}{P_0} \qquad (2)$$

gdzie: η — sprawność P_w — użyteczna (wyjściowa) moc w. cz.

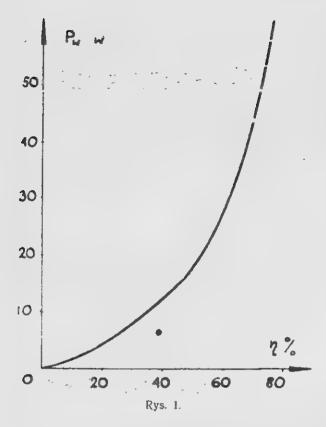
Ponadto jasne jest, że

$$P_o = P_a + P_w \tag{3}$$

przy czym. P. -- moc tracona na anodzie lampy.

Tracona na anodzie moc P_a nie może przekraczać dopuszczalnej mocy admisyjnej lampy. Zauważmy, że z (3) wynika

$$P_a = P_o - P_w \tag{4}$$



Scisle ujęcie zależności, wspomnianych w podanym na wstępie przykładzie otrzymamy ze wzorów (2) i (3), mianowicie maksymalna możliwa do uzyskania z lampy o mocy admisyjnej P_a przy sprawności η moc P_w wynosi:

$$P_w = P_a \frac{\eta}{1 - \eta} \tag{5}$$

Wykres na rys. 1 przedstawia teoretyczną $P_{w \text{ max}}$ dla lampy o $P_{a} = 18$ W (a więc nį, 6L6, EL12 itp.) dla różnych sprawności.

Powyższe rozważania odnoszą się do niemodulowanego wzmacniacza mocy. Nie będę w tym miejscu poruszał kwestii wykorzystania lampy oraz możliwych do osiągnięcia sprawności przy wzmacniaczach modulowanych (nadajniki foniczne) ze względu na to, ze sania metoda pomiaru mocy i sprawności nie jest związana z tym zagadnieniem. Orientacyjne przykłady pracy lainpy przy różnych systemach modulacji podane są dalej dla lampy LS50. W każdym razie, niezależnie od tego, czy nadajnik jest graficzny, czy foniczny, kwestia uzyskiwanej mocy i sprawności jest zasadniczą. Jeżeli chodzi o potraktowanie tej sprawy w należyty sposób, to w pierwszym rzędzie należy ustalić, w jakich teoretycznie w irunkach powinna pracować użyta lampa dla otrzymania najlepszych wyników. Mówiąc konkretnie, należy znać następujące dane dla wzmacniącza w kl. C: napięcie anodowe, śred-

ni prąd anodowy, moc oddawaną, opór dopasowania, ujemne napięcie na I siatce i wielkość napięcia sterującego. Dwie ostatnie wielkości b. często są określane przez podanie prądu siatkowego przy danym oporze w obwodzie siatki.

Dane powyższe są na ogół publikowane jako najlepsze warunki pracy, zalecane przez wytwórnię. Dla przykładu podam tu tego rodzaju dane firmy "Telefunken" dla lampy LS50:

A. Wzmacniacz w. cz.

 $U_a = 1000V; I_s = 120_mA; Moc sterująca = 0,5W$ $U_{s2} = 300V; I_{s2} = 10_mA; Moc oddawana = 85W$ $U_{s1} = -80V; I_{s1} = 2_mA; Opór dopasowania = 4375\Omega$ $U_{s1,w-cx} = 90V$

B. Modulacja siatkowa.

 $U_a=1000V$; $I_a=60$ mA; Moc sterująca<0,5W $U_{s2}=300V$; $I_{s3}=3$ mA; Moc oddawana 20W $U_{s1}=-150V$; Opór dopasowania 4750 Ω Szczytowa wielk. napięcia w. cz. na siatce Ω 1 — 100V, Szczytowa wielk. napięcia n. cz. na siatce

C. Modulacja w siatce III.

1 - 25V.

 $U_a = 1000V$; $I_a = 60$ mA; Moc sterująca 0,6W $U_{s2} \cong 250V$; $I_a = 20$ mA; Moc oddawana 20W $U_{s1} = -80V$; $I_{s1} = 4$ mA; Opór dopasowania $U_{s2} = -160V$

Szczytowa wielkość napięcia n. cz. na siatce 1 — 100V; Szczytowa wielkość napięcia n. cz. na siatce 3 — 160V.

W ten sposób określany punkt pracy najczęściej podawany jest w różnych publikacjach amatorskich (np. w "Radio Amateurs Handbook"). Jeżeli nie posiadamy danych fabrycznych, co do punktu pracy (względnie chcemy np. uruchomić lampę przy nieco innym napięciu anodowym ze względu na posiadany zasilacz) nalezy posiadając charakterystykę lampy obliczyć warunki pracy wzmacniacza mocy. Metoda obliczania podana była m. in. przez inż. J. Zimowskiego w Nr 5/6 "Radia" z r. 1948 na str. 19.

Posiadanie teoretycznych danych, fabrycznych lub będących wynikiem własnych obliczeń, daje podstawę dla późniejszego strojenia nadajnika. Jednak ostateczne osiągnięcie odpowiedniej mocy użytecznej w stopniu końcowym jest możliwe tylko przez staranną eksperymentalną regulację. Pomijając możliwości zasadniczych błędów konstrukcyjnych, względnie drgań pasożytniczych, złej neutralizacji itp., wynika to głównie z faktu, że dane lampy mogą dość znacznie odbiegać od publikowanych w charakterystykach; ponadto jedną z najistotniejszych dla osiągnięcia dużej sprawności jest sprawa dobrego dopasowania wzmacniacza i obciążenia, co w warunkach amatorskich jest możliwe tylko drogą eksperymentowania.

W dalszym ciągu należy ustalić pewną podstawową metodę.

Jeżeli nadajnik pracuje z niedostateczną sprawnością, to istnieją następujące możliwości:

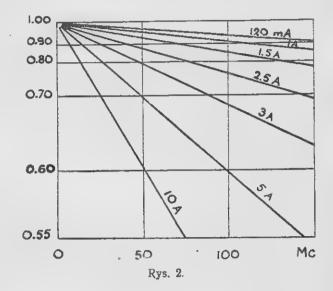
- a. Wzmacniacz mocy jest zaprojektowany i zbudowany prawidłowo i mógłby pracować dobrze, jednak dopasowanie obwodu antenowego wykonano wadliwie.
- b. Obwód antenowy jest zbudowany prawidłowo i dobrze dopasowany do wzmacniacza, który jest źle wykonany.
- c. Zarówno konstrukcja wzmacniacza jak i dopasowania anteny są nieprawidłowe.

Przy konstrukcji nowej, jeszcze nie wypróbowanej, z reguly mamy do czynienia w mniejszym lub większym stopniu z wypadkiem c. Ze względu na to, że konstrukcja anteny, doprowadzenia ("feedera") i obwodu dopasowującego jest sprawą dosyć trudną oraz uciążliwą eksperymentalnie, najbardziej racjonalnym sposobem jest dobranie najpierw warunków pracy samego wzmacniacza mocy, pracującego na tzw. "sztuczną antenę", a następnie dopiero eksperymentowanie z układem antenowym; to ostatnie zadanie upraszcza się zresztą ogromnie, gdy mamy wyregulowany wzmacniacz mocy i ustalone warunki jego pracy przy sztucznej antenie. Zagadnienie konstrukcji sztucznej anteny związane, jest ściśle z metodą pomiaru mocy w. cz., dlatego w pierwszym rzędzie zajmiemy się tą sprawą.

1. Pomiar mocy za pomocą amperomierza wielkiej częstotliwości

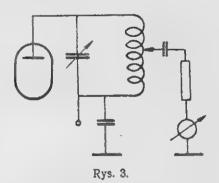
Jeżeli amator posiada amperomierz w. cz. (z termoparą) to wydawałoby się, że nie ma nic prostszego, niż użyć jakiegoś znanego oporu jako sztucznej anteny i mierząc płynący przez niego prąd obliczyć moc oddawaną ze wzoru $P_w=I^2R$.

Niestety, w praktyce sprawa wygląda wcale nie tak prosto. Zastanówmy się nad możliwościami błędów, jakie można popełnić przy tym pomiarze. Przede wszystkim posiadacz amperomierza w. cz. na ogół ma możność sprawdzenia przyrządu jedynie przez porównanie ze zwykłym przyrządem uniwersalnym przy prądzie stałym lub zmiennym o częstotliwości 50 c/s. Natomiast najczęściej na przyrządach nie ma żadnych danych, co do częstotliwości granicz-



nej, przy której przyrząd daje jeszcze dokładne wskazania. Rysunek 2 podaje przykładowo spółczynnik korekcyjny dla kilku przyrządów fabrycznych.

Ponadto błędy powodują prądy pojemnościowe, płynące przez amperomierz. Dlatego przyrząd powinien być z zasady włączany w miejscu o niskim potencjale w. cz.; np. tak jak na rys. 3.



Najpoważniejszym jednak źródłem błędów jest tu sam opór obciążenia. Aby wzór P = I²R był dokładny, opór R musi być bezindukcyjny i bezpojemnościowy. Jasne jest, że nie może to być zwykły opór drutowy. Z drugiej strony, nie jest tak łatwo znaleźć masowy opór wytrzymujący obciążenie kilkunastu lub kilkudziesięciu watów; ponadto niektóre masowe opory również skonstruowane są w taki sposób, że źle nadają się jako obciążenie przy wysokich częstotliwościach. Jako oporu obcią-

żenia można używać specjalnego oporu drutowego, jednakże pod warunkiem, że dokładnie wiemy, jaki opór rzeczywisty i urojony ma dany opornik przy częstotliwości, przy której ma być dokonany pomiar mocy. Tego rodzaju postępowanie daje dobre wyniki przy należytym wyposażeniu laboratoryjnym, dla amatora jest jednak ta metoda na ogół niedostępna. Reasumując — przy pomiarze prądu w. cz. w warunkach amatorskich nie ma żadnej gwarancji, że oddawana przez stopień końcowy moc równa jest I²R i pomiar może dawać zupełnie fałszywe wyniki.

Wspomnę jeszcze o wyznaczaniu mocy przez pomiar napięcia w. cz. na oporze R za pomocą woltomierza (np. diodowego). Oczywiście pomiar ten jest obarczony takimi samymi błędami, jak wspomniane wyżej, jeżeli chodzi o opór obciążenia. Ponadto woltomierz lampowy, (o ile nie jest dobrze zaekranowany) znajdując się w pobliżu kilkudziesięciowatowego nadajnika może pokazywać zupełnie nierealne wartości napięcia, ze względów zrozumiałych. Jest to więc metoda jeszcze mniej pewna.

2. Pomiar mocy metodą fotometryczną

W tym wypadku jako sztucznego obciążenia używamy zwykłej żarówki. Pomiar można przeprowadzić dwoma sposobami:

- a) używając światłomierza z fotoelementem (fotograficznego). Ustawiamy go w pobliżu żarówki i notujemy wychylenie strzałki światłomierza przy świeceniu żarówki zasilanej prądem w. cz. z nadajnika. Następnie, nie zmieniając pozycji żarówki i światłomierza zasilamy żarówkę z sieci prądu zmiennego przez regulowany opornik, doprowadzając strzałkę światłomierza do poprzedniego wychylenia. Mierząc przyrządem uniwersalnym napięcie na żarówce i prąd płynący przez nią obliczamy dostarczaną jej moc prądu zmiennego; jest ona równa otrzymywanej poprzednio mocy w. cz.;
- b) używając dwóch identycznych żarówek. Jedną z nich zasilamy prądem w. cz. z nadajnika, drugą z sieci prądu zmiennego przez regulowany opornik. Pomiar odbywa się przez doprowadzenie drugiej żarówki do tej samej jasności co pierwsza; moc w. cz. określamy mierząc moc prądu 50-okresowego, dostarczaną do drugiej żarówki, jak w drugiej części punktu a. Moment identycznej jasności obu żarówek można określić za pomocą któregoś z prostych fotometrów, znanych z kursu fizyki (np. kartka papieru z tłustą plamą), lub nawet "na oko".

Firma "Sylvania" wypuściła nawet na rynek specjalne żarówki z dwoma identycznymi niezależnymi włóknami w jednej bańce i mało stratnym cokołem, specjalnie do pomiaru mocy powyższym sposobem.

Muszę ponadto zaznaczyć, że nie meżna mierzyć mccy w. cz., używając tylko jednej żarówki, wg jasności której (bez światłomierza) określa się "na pamięć" moc oddawaną przez nadajnik. Nawet jeżeli dla porównania jednocześnie pali się identyczna żarówka z pełną jasnością (nieregulowana), popełnia

się tym sposobem ogromne błędy.

Fotometryczna metoda pomiaru mocy nie wymaga posiadania przyrządów na w. cz.; ponadto łatwo jest znaleźć żarówki dla pomiarów mocy w zakresie od 0,5 do 200 W. Moc żarówki należy wybrać tak, aby przy maksymalnej mocy nadajnika żarówka paliła się z nominalną swoją jasnością, względnie nieco słabiej. Jeżeli chodzi o dokładność pomiaru dla różnych częstotliwości, to przy falach b. krótkich powstają jedynie pewne trudności z dopasowaniem (o czym będzie mowa niżej), jednak sama metoda mierzenia mocy jest dokładna aż do wieluset megacykli.

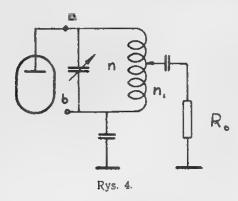
Dodatkowo wspomnę jeszcze, że wskazane jest zdjęcie z żarówki cokołu z gwintem, ze względu na znaczne straty dielektryczne, jakie w nim powstają: można to poznać po tym, że w trakcie pomiaru cokół może być gorętszy od reszty żarówki. Ponieważ moc tracona w cokole nie jest objęta pomiarem, rzeczywista moc nadajnika będzie w tym wypadku

większa niż zmierzona.

Pozostaje jeszcze do omówienia kwestia dopasowania sztucznej anteny. Jak wiadomo, wzmacniacz mocy pracuje dobrze tylko przy pewnej określonej wartości oporu dynamicznego obwodu anodowego. Wielkość tego oporu wynika również ze wspomnianego wyżej obliczenia wzmacniacza w klasie C. Dla lamp stosowanych na ogół przez amatorów, ten optymalny opór obciążenia jest rzędu kilku tysięcy Q. Np. dla wspomnianej lampy LS50 wartość oporu dopasowania wynosi, zależnie od zastosowania wg punktów A, B, C, od 4375 do 4750 Ω . Ze względu na to, że b. trudno byłoby dobierać wielkość oporu sztucznej anteny chociaż w granicach \pm 5% do wspomnianych wartości, co zresztą np. przy stosowaniu żarówek jest praktycznie niemożliwe, radzimy sobie w inny sposób. Najprostszym systemem przy oporach obciążenia niższych od wymaganego oporu dopasowania, jest wykorzystanie cewki obwodu anodowego jako autotransformatora. Z dość dużym przybliżeniem przyjąć można, że opór dynamiczny obwodu między runktami a i b wynosi:

$$R_d \cong R_o \left(\frac{n}{n_i}\right)^2 \qquad (2)$$

Przy obwodzie przeciwsobnym, oczywiście, należy Ro dołączać symetrycznie, zmieniając przy regulacji dwa zaczepy jednocześnie, jak na rys. 5.



Dopasowanie dobieramy zmieniając zaczep na cewce do uzyskania największego wychylenia amperomierza w. cz., względnie najwięk-

szej jasności żarówki.

Sposób powyższy jest niedogodny przy małej ilości zwojów cewki, kiedy zmiana miejsca zaczepu o jeden zwój powoduje zbyt wielką zmianę Rd. Ponadto przy stosowaniu żarówek powstają trudności ze względu na zmianę oporności żarówek z temperaturą włókna, co wywołuje konieczność zmiany dopasowania w sposób ciągły. Z tych względów dogodniejszy jest układ jak na rys. 6.

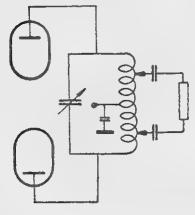
Jeżeli obwody są zestrojone, wpływ sprzężenia obwodu II z obwodem I wyraża się przez iak gdyby wprowadzenie do obwodu I dodat-

kowego oporu R

$$R = \frac{(\omega M)^2}{R_2} \tag{8}$$

Wskutek tego opór dynamiczny obwodu I między punktami a — b wynosi:

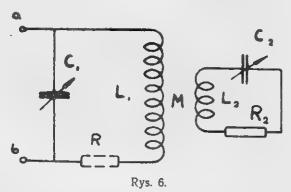
$$R_d = \frac{L_1}{R C_1} = \frac{L \cdot R_2}{C_1 \omega^2 M^2}$$
 (9)



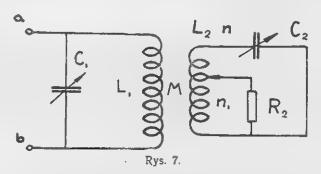
Rys. 5.

Zmieniajac sprzężenie obwodów zmieniamy indukcyjność wzajemną M, a więc i dopasowanie.

Układ z rys. 6 nadaje się dla niskich oporów R₂ (a więc np. żarówek samochodowych 6 lub 12 V). Przy większych oporach obciążenia należy stosować nieco odmienny system (Rys. 7).



Jak widać ze wzoru (9), cewka L² powinna mieć dostateczną ilość zwojów, aby można było osiągnąć odpowiednie dla dopasowania M (ze względu na to, że $M \le \sqrt{L_1}$ L²). Orientacyjnie, cewka L² powinna mieć nieco mniej zwojów niż L¹ w większości praktycznych zastosowań.



Przy wspomnianych układach należy rozpoczynać dopasowywanie od najmniejszego sprzężenia obwodu II z obwodem I, przy którym włókno żarówki zażarzy się czerwono, dostroić obwód II do rezonansu, przy czym żarówka rozjaśni się, a następnie zwiększać sprzężenie, przy czym w pewnym punkcie powinniśmy przejść przez maksimum jasności; przy dalszym zwiększaniu sprzężenia jasność żarówki szybko spada. Jeżeli to nie następuje, zachodzi możliwość, że cewka L2 ma zbyt mało zwojów. Zarówno strojenie do rezonansu, jak i zmiany sprzężenia należy wykonywać powoli, ze względu na dość znaczną bezwładność cieplną włókna żarówki, szczególnie przy małych jasnościach.

Samej procedury strojenia wzmacniacza mocy nie będę w tym miejscu opisywał ze względu na to, że jest to obszerny temat, który wymagałby osobnego artykułu, obejmującego również sposoby sprzężenia ze stopniem sterującym, neutralizacji, usuwania drgań, pasożytniczych itp. Wspomnę jedynie, że po ustaleniu warunków pracy wzmacniacza mocy na sztuczną antenę (z najlepszą sprawnością), należy je zanotować, gdyż będą to już ustalone dane urządzenia na przyszłość.

Również ułatwi to znacznie późniejsze dopasowywanie obwodu antenowego; wiemy mianowicie, że antena i nadajnik są dopasowane, jeżeli przy pracy na antenę wzmacniacz mocy pracuje w identycznych warunkach, jak ustalone poprzednio przy pomiarach na sztucznym obciążeniu.

Przeglad schematów

Schematy Nr 83 i 84 przedstawiają układy dwóch bardzo zbliżonych do siebie pod względem elektrycznym oraz wykonania odbiorników f. Blaupunkt — 5W69 i 5GW69. Jak już z samej nazwy wynika, pierwszy z nich jest zasilany wyłącznie z sieci prądu zmiennego, zasilanie zaś drugiego jest uniwersalne. Odpowiedni jest więc zestaw lamp oraz układ przede wszystkim pod względem napięć i prądów żarzenia oraz anodowych.

Obwód wejściowy, obok oporu tłumiącego 500 \Omega oraz obwodu upływowego LC nastawionego na częstotliwość pośrednią układu, zawiera obwód rezonansu szeregowego, którego zadaniem jest uwypuklenie odbioru w zakresie fal długich. Jednocześnie obcina się w ten sposób te napięcia o częstotliwości fal średnich, które mogłyby dawać punkty gwizdów zwierciadlanych przy odbiorze fal długich. Odbiornik nie posiada zakresu fal krótkich.

Układ oscylatora jest normalny, z tym, że po stronie siatki jest opór tłumiący 1000 Ω , mający na celu wyrównanie poziomu oscylacji wzdłuż obu zakresów fal.

Sprzedam aparat

typ wojskowy czterolampowy (4 imes2P 800)

3 stopnie wysokiej częstotliwości jeden niskiej (reakcyjny) 8 zakresów od 96 kc do 4095 kc przełącznik bębnowy. Dokładne strojenie. Cena 15.000 oraz sprzedam lampy ECL11, EBF11, 6SS7, 6A8, ABC1, EM 1, EL 11, EF 11, AB 2, STV 280/40, RV12, 4000 — 3 sztuki VR 150/30 i głośnik ze wzbudzeniem Sachsenberg Ø 20 cm.

Poszukuję 2 lampy 6K6

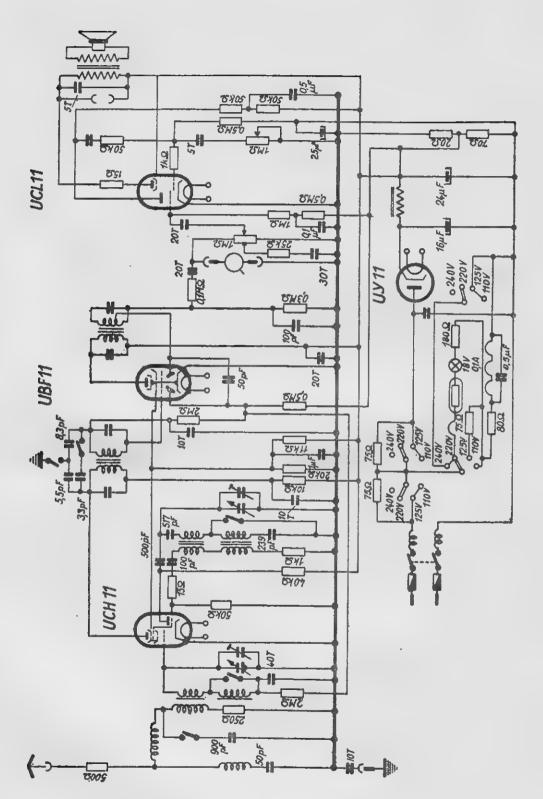
Z. Nowierski

Rembertów (p. W-wa) Zwycięstwa 1 m. 8

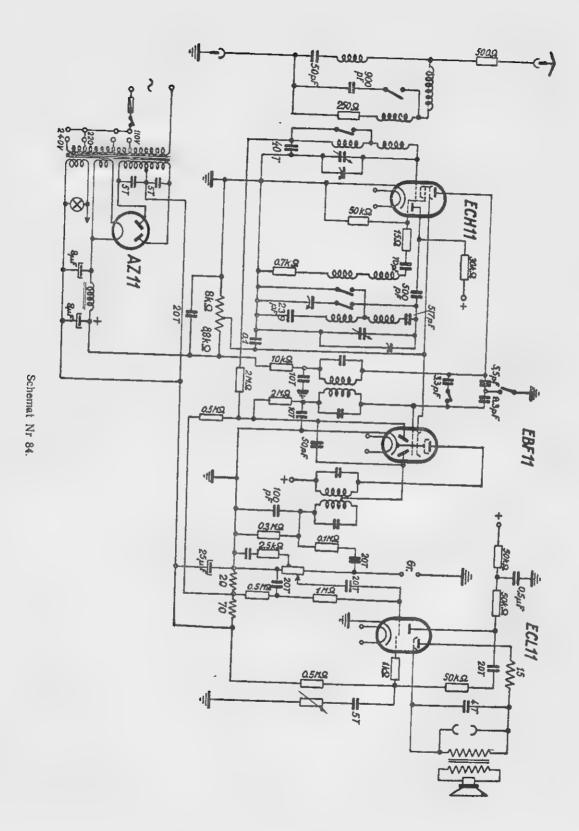
Nie konwencjonalny jest natomiast układ pierwszego filtra wstęgowego pośredniej częstotliwości. Obok sprzężenia magnetycznego uzwojeń, jest jeszcze załączalne sprzężenie pojemnościowe, do czego służy kondensatorek 3,3 pF. Załączenie tej małej pojemności rozszerza krzywa rezonansu z normalnej wstęgi ok. \pm 5 kc/s d α \pm 8 - 10 kc/s. W drugim krańcowym położeniu przełącznika natomiast ta pojemność zostaje wyłączona i dołączają się równolegle dwie małe pojemności 5,5 oraz 8,3 pF. Obwody rozstrajają się nieco w ten sposób i krzywa rezonansu zostaje wyostrzona tak, że jej szerokość wynosi zaledwie ± 3,3 kc/s. Osiągnięta w ten sposób zmiana selektywności ma tę poważną zaletę, że krzywa rezonansu zwęża się lub rozszerza ściśle symetrycznie naokoło częstotliwości centralnej. Zmiana selektywności odbywa się pozą tym w połączeniu z kontrolą tonu, usytuowaną w siatce lampy głośnikowej.

Dalszy ciąg układu nie przedstawia już żadnych osobliwości, wspomnimy tylko o dopasowaniu regulacji siły głosu do właściwości ucha ludzkiego, a to przez podniesienie basów przy słabym nastawieniu. Dokonuje się tego za pomocą oporu 25 KΩ i kondensatora 30 TpF, bocznikujących część oporu potencjometra siły głosu. W układzie zrezygnowano nawet z jakiejkolwiek formy ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Zasilanie układu w wydaniu dla prądu zmiennego jest zupełnie proste. Natomiast przy zasilaniu uniwersalnym widzimy dość skomplikowany system przełączania szeregowo - równoległego dla żarzenia włókien lamp, połączony z włączaniem przy wyższych napięciach oporów szeregowych (75 + 75Ω) do anody lampy prostowniczej, dla ograniczania szczytów prądów ładujących pierwszy elektrolit i oddawanych tym samym przez lampę prostowniczą.



Schemat Nr 83.



Rola baru w lampach e'ektronowych

Najważniejszą elektrodą w każdej z setek milionów lamp elektronowych, obecnie w użyciu na całej kuli ziemskiej, jest bezwątpienia katoda emitująca elektrony. Jak wiadomo, w każdym przewodniku istnieje znaczna ilość wolnych elektronów, poruszających się z różnymi szybkościami. Szybkości te wzrastają znacznie z temperaturą przewodnika. Na powierzchni przewodnika istnieje jednak pewna elektrostratyczna siła przyciągania, która przeciwstawia się wyskakiwaniu tych wolnych elektronów w przestrzeń. Bez tej siły wszystkie wolne elektrony szybko uciekłyby i opuściły przewodnik. Tylko jednak te elektrony, które posiadają dość energii do przezwyciężenia sił powierzchniowych, mogą wyskoczyć w przestrzeń. Ta niezbędna energia jest inna dla każdego z metali emitujących i wynosi na przykład dla tungstenu (wolframu) 4,52 woltów (równoważnych). Emisja elektronów jest zatem tym większa, im wyższa jest temperatura emitera oraz im mniejsza jest w/w energia niezbędna dla oderwania się od powierzchni.

Najbardziej znanym, można nawet powiedzieć jedynym, metalem (czystym), stosowanym jako emiter, jest tungsten (wolfram). Dzieje się tak przede wszystkim z tego powodu, że topi się on dopiero w bardzo wysokiej temperatprze 3380°C (ołów 330° złoto 1053°, miedź 1083°, żelazo 1530°, srebro 1950°, platyna 3800°). Można więc podgrzewać tungsten do temperatury wyższej od innych metali i uzyskiwać obfitą emisję elektronów. Jest on przy tym tańszy wielokrotnie od platyny i jednocześnie łatwiej go utrzymać w stanie czystości, podczas gdy platyna okluduje (wciąga i trzyma) tlen z powietrza, co

zmniejsza jej emisję.

Włókna żarzenia z czystego tungstenu wymagają znacznej mocy dla podniesienia ich temperatury do właściwego poziomu (przeszło 2000°C). Obecnie stosuje się je wyłącznie w średnich i wielkich lampach nadawczych, a to z powodu ich dużej wytrzymałości na panujące tam napięcia, prądy i temperaturę.

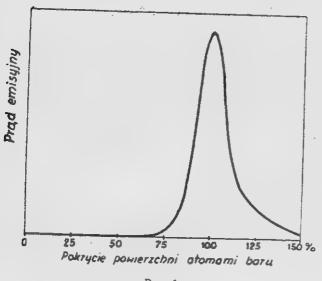
Już w r. 1923 Langmuir odkrył, że dodanie do czystego tungstenu domieszki 1-2% tlenków toru, zwiększa znacznie emisję. Przez utrzymanie włókna przez pewien czas w temperaturze około 2000°C, tlenki toru redukują się na czysty tor, którego jednoatomowa warstewka pokrywa powierzchnię włókna. Taka struktura powoduje znaczne zmniejszenie energii oderwania się elektronów od powierzchni, wynosi ona bowiem już tylko 3,4 wolta. Włókna torowane zużywają o wiele mniej energii na żarzenie, wystarczy bowiem dla osiągnięcia żądanej emisji temperatura niższa niż przy czystym tungstenie (około 1500°C). Włókna torowane stosuje sie powszechnie do małych i średnich lamp nadawczych. Ostatnio pojawiły się nawet wielkie (10 i 20-kilowatowe) lampy nadawcze z katodą torowana. Ich pobór mocy dla żarzenia katody jest, w stosunku do obecnie stosowanych włókien tungstenowych, wręcz śmiesznie niski i dać może poważne oszczędności zarówno w eksploatacji jak i konstrukcji nadajników. Trwałość takich lamp nie została jednak jeszcze dokładnie sprawdzona.

Najbardziej skutecznym emiterem jest katoda powleczona tlenkami niektórych metali (przeważnie baru i strontu). Metalem, z którego zrobiona jest katoda, może być np. czysta platyna. Jednak lepszą emisję uzyskuje się z pewnymi stopami jak np. platyny z irydem lub niklem. Najlepsze właściwości emisyjne ma stop złożony z niklu, żelaza, kobaltu i tytanu, zwany konelem. Przy metalu takim, powleczonym pastą tlenków baru i strontu, energia potrzebna dla oderwania się od powierzchni wynosi niewiele więcej niż tylko 1 wolt. Katody te pracują więc normalnie przy stosunkowo bardzo niskiej temperaturze, a mianowicie około 850-900°C i są niezwykle oszczędne z punktu widzenia mocy zużywanej na żarzenie.

Możemy więc powtórzyć za Termanem tabelę podającą zdolność emisyjną rozmaitych emiterów stosowanych w praktyce. Wartości emisji podane są dla normalnych temperatur pracy i cyfry oznaczają wielkość emisji na cm² powierzchni emitera, dla jednego wata energii żarzenia:

włókno z czytego tungstenu włókno z tungstenu torowanego 5 - 100 " katoda (pośrednio żarz.) tlenkowa 10 — 200 " 200 -- 1000 ,, włókno tlenkowe

Omówimy teraz kilka właściwości katody tlenkowej. Rys. 1 wskazuje prąd emisyjny otrzymany z włókna platynowego. Włókno to jest pokryte warstwą jednoatomową baru, przy czym oś pozioma wskazuje procent pokrycia. Widzimy tam, że aż do ok. 60% pokrycia emisja jest tak nikła, że nie można jej nawet pokazać na rysunku. Od 60% emisja zaczyna szybko rosnąć, zaś przy 80% pokrycia wzrost jest ogromny. Największą emisję otrzymujemy przy równo 100% pokrycia i jest ona wtedy miliony razy większa niż czystego włókna platynowego (przy stosunkowo niskiej temperaturze). Po przekroczeniu 100% pokrycia emisja znowu bardzo szybko spada i niebawem dochodzi do poziomu właściwego dla czystego baru. Najbardziej zastanawiającym jest właśnie fakt, że emisja jednoatomowej warstwy baru na rdzeniu platynowym jest tak wiele razy większa od emisji każdego z tych metali w stanie czystym.



Rys. 1.

Katoda tlenkowa polega, jak wiemy, na warstwie tlenków baru i strontu na rdzeniu z konelu. Podczas obróbki cieplnej nieco baru zamagazynowuje się w rdzeniu i w tlenku. Podczas pracy lampy przy pewnej temperaturze katody, odrobina baru skupia się właśnie na powierzchni tlenku, w postaci warstewki jednoatomowej. Ten adsorbowany (absorbcja — pochłanianie do wewnątrz, adsorbcja — przyleganie do powierzchni) bar jest przyczyną niezwykle wysokiej emisji katod tlenkowych.

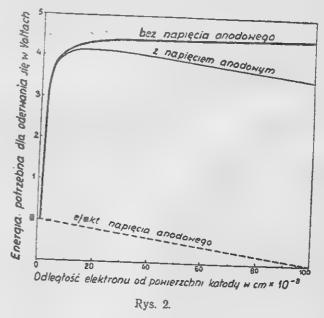
Warstewka baru na powierzchni tlenków zachowuje się analogicznie do takiej warstewki na powierzchni czystej platyny, lecz jeszcze bardziej efektywnie.

Oto są fakty, lecz aby zrozumieć rolę odgrywaną przez atomy baru, trzeba wpierw ustalić w jaki sposób zachodzi emisja z powierzchni czystego metalu. Elektrony w metalu muszą mieć pewną szybkość, aby przełamać siły trzymające je w masie metalu i — wyskoczyć w próżnię. Ze względu na energię cieplną, w każdej temperaturze pewna, bardzo niewielka, część elektronów ma tę dostateczną szybkość i spośród nich niektóre rzeczywiście wyskakują. W miarę wzrostu temperatury, termiczna ruchliwość elektronów wzrasta coraz szybciej. Ilość emitowanych elektronów wzrasta z rosnącą temperaturą.

Aby więcej elektronów wychodziło z włókna, bez podnoszenia temperatury, trzeba zrobić coś dla ułatwienia im startu. Gdy elektrony starają się uciec z powierzchni, muszą one przezwyciężyć siły ciągnące je z powrotem. Siły te możemy porównać z siłami przeciwstawiającymi się toczeniu kuli pod stromą górę. Gruba linia z rys. 2 przedstawia taką elektryczną górę dla metalicz-

nego tungstenu. Przedstawia ona pracę, jaką musi wykonać elektron aby odejść na rozmaite odległości od powierzchni. Praktycznie, jeśli elektron wydostanie się na odległość około 100×10^{-8} , tj. jednej milionowej centymetra, wyskakuje on spod wpływu włókna i dosięga anody. Aby tego dokonać musi on mieć co najmniej 4,5 równoważnych woltów energii w chwili opuszczania powierzchni.

Elektrony poruszające się we włóknie bezustanku próbują "wziąć" szczyt, lecz tylko mały ułamek pośród nich startuje z dostateczną szybkością aby starczyło rozpędu do osiągnięcia wierzchołka i ucieczki. Jeśli, oczywiście, wysokość wierzchołka zostanie obniżona, o wiele więcej elektronów przeskoczy go w danej temperaturze. Jednym ze sposobów, aby pomóc elektronom w ich wysiłkach, jest zastosowanie zewnętrznego pola elektrycznego, które wyciąga elektrony. Pole to łatwo wytwarza się przez danie dodatniego potencjału na anodę lampy. Na rys. 2 widzimy kreskowaną linię pochyłą, która przedstawia przyłożone pole elektryczne. Przez złożenie tego pola z polem pierwotnym otrzymujemy nowy wierzchołek elektryczny, o zredukowanej już nieco wysokości, mianowicie do 4,2 wolta. Elektron może teraz opuścić powierzchnie katody, jeśli odrywa się od niej mając do rozporządzenia taką właśnie energię i jeśli pierwszy rozpęd zaniesie go na mniejszą niż poprzednio odległość 20x10⁻⁸ cm.



Obecność warstewki baru na powierzchni emitera powiększa jeszcze dalej skuteczność emitera. Gdy bar przylega do powierzchni, część jego atomów ulega jonizacji, która związana jest z oddawaniem wolnych elektronów (ujemnie naładowanych) i staje się naładowana dodatnio. Te jony baru działają w taki sam sposób jakby

działała bardzo subtelna siatka, dodatnio spolaryzowana, położona nieskończenie blisko katody. Siatka ta wytwarza pole pomagające elektronom w ucieczce z powierzchni katody. Nieskończona bliskość tej siatki daje w wyniku działanie o wiele potężniejsze niż działanie dodatniej lecz dalekiej anody. Im większa jest przy tym liczba dodatnich jonów na powierzchni, tym większe pole i w wyniku silniejsza emisja.

Należy jednak natychmiast dodać, że dzieje się tak dopóki cała powierzchnia zostanie szczelnie pokryta siatką atomów baru. Jeśli baru jest na powierzchni zbyt dużo, zatykają one pory, przez które elektrony dosięgają powierzchni, ilość jonów na niej się zmniejsza. W konsekwencji emisja elektronów zostaje zredukowana coraz bardziej i bardziej, aż wreszcie osiągnie wartość charakterystyczną dla czystego metalicznego baru. To wszystko wyjaśnia szczególny kształt krzywej emisji z rys. 1.

Znany jest fakt, że katody tlenkowe nie mają wyraźnego "nasycenia", tzn. że prąd emisyjny rośnie bez żadnego prawie ugięcia charakterystyki tak długo, jak dodatnim napięciem na elektrodach chcemy go powiększać nie dbając, powiedzmy, o ich własne bezpieczeństwo. Natomiast katoda czysto – tungstenowa wykazuje wyraźną granicę, nasycenie swej zdolności emisyjnej. Tę różnicę można również wyjaśnić istnieniem nieograniczonego niemal rezerwuaru wolnych elektronów baru w głębi grubej stosunkowo warstwy tlenków.

Siły trzymają jony baru na powierzchni działając w kierunku prostopadłym do jej powierzchni. Nie ma natomiast prawie sił utrzymujących je w określonym położeniu na powierzchni i jony mogą sobie wręcz dowolnie "pełzać" po niej. Celem sprawdzenia tego przypuszczenia nałożono baru na jedną tylko stronę płaskiej taśmy. Po nagrzaniu tej taśmy do umiarkowanej temperatury, w próżni oczywiście, okazało się, że atomy baru znajdują się również i na drugiej stronie taśmy. Pełzanie powierzchniowe trwało aż połowa początkowego depożytu przeszła na drugą stronę i atomy obłożyły powierzchnie równomiernie.

Tak wiec prosty obraz siatki z jonów baru jest przyczyna wielu obserwowanych własności katody tlenkowej. I chociaż bar nie jest sklasyfikowany jako metal szlachetny, użyty na właściwym miejscu ma wartość użytkową z pewnością większą od złota i platyny. W normalnej lampie odbiorczej waga pojedynczej warstewki atomów baru wynosi zaledwie jedna szósta mikrograma. Jeśli na całym świecie jest w użyciu około jednego miliarda lamp elektronowych, waga tego baru, który jest czynny w dostawie elektronów, wynosi zatem zaledwie 150 gramów. Nie jest to oczywiście całkowita ilość baru, względnie jego tlenków użytych w lampach, ale ta nikła cyfra daje pojecie o znaczeniu tego metalu, użytego doprawdy na właściwym miejscu.

Powiedzmy jeszcze kilka słów o innym aspekcie tego samego problemu. Na całym świecie pracuje obecnie około 150 milionów odbiorników. Na żarzenie lamp zużywa się przeciętnie 10—20 watów, co łącznie daje oszałamiającą cyfrę 1,5 do 3 milionów kilowatów na samo żarzenie! Gdyby nie było baru lub nie umiano by go stosować, moc zużyta na żarzenie włókien tungstenowych, dla tej samej emisji, byłaby dwudziestokrotnie wieksza. Jasne więc jest dla każdego, że bez tej małej odrobiny baru nie mogłoby być tak żywiołowego rozwoju i tak powszechnego zastosowania radia na każdym niemal kroku życia codziennego.

W. Kriżanowskij

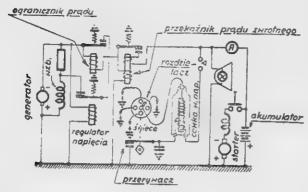
Odbiór w samochodzie

Elektryczna instalacja w samochodach jest silnym źródłem przeszkód odbioru. Sprawa stłumienia tych przeszkód jest więc kardynalnym warunkiem normalnej pracy odbiorników samochodowych. Bez zastosowania bowiem specjalnych środków obrony, odbiór najsilniejszych nawet radiostacji bedzie niemożliwy.

Głównymi źródłami przeszkód w samochodzie są: system zapalania, generator prądu oraz regulator napięcia.

Największe przeszkody pochodzą z systemu zapalania (Rys. 1). Przeszkody te mogą oddziatywać na czułe odbiorniki w promieniu do 100 — 200 metrów, przy czym wpływ ich jest najsilniejszy w zakresie fal ultra-krótkich, np. przy odbiorze telewizji. Przeszkody te wynikają z wyładowań iskrowych w świecach zapalających. W chwili przeskoku iskry powstaje tłumione wyładowanie drgające, częstotliwość którego ustalają parametry pasożytniczego obwodu oscylacyjnego, do którego wchodzi indukcyjność L centralnego przewodu świecy oraz pojemność C tego ostatniego do korpusu. Przewód wysokiego napięcia, łączący cewkę ze-świecami, gra rolę anteny promieniującej te drgania pasożytnicze.

Analogiczne drgania pasożytnicze wynikają z powodu iskrzenia kolektora generatora oraz kontaktów regulatora napięcia.

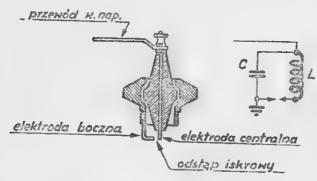


Rys. 1.

Układ zasadniczy wyposażenia elektrycznego samochodu

Oscylacje wynikające z systemu elektrycznego samochodu, wytwarzają bardzo szeroką, nieprzerwaną wstęgę częstotliwości, tak że uniknięcie ich przez wyzyskanie właściwości rezonansowych obwodów strojonych jest niemożliwe.

Przeszkody te mogą przenikać do odbiornika przez antenę lub też przez układ przewodów elektrycznych (źródło zasilania), a także mogą odziaływać wprost na obwody strojone odbiornika. Walka z tymi przeszkodami idzie po dwoch linach: tłumienie ich (zmniejszanie nateżenia) lub osłabianie ich wpływu na odbiornik.



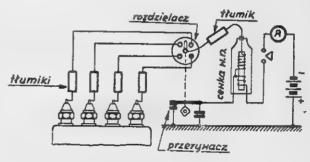
Rys. 2. Swieca zapalająca i jej układ równoważny dla w. cz.

Najbardziej skuteczne rozwiązanie tego problemu można osiągnąć tylko drogą harmonijnego połączenia obu tych metod.

Stłumienia przeszkód dokonuje się przez włączenie w przewód wysokiego napięcia systemu zapalającego tłumiących oporów, przez dokładne połączenie części metalowych ze sobą oraz z chassis, przez włączenie w obwodach źródeł przeszkód wysokiej filtrów częstotliwości i wreszcie przez częściowe a nawet pełne ekranowanie przyrządów oraz przewodów elektrycznych.

Osłabienie siły wpływu przeszkód osiąga się następującymi drogami: oddaleniem odbiornika od chassis, doborem najdogodniejszego położenia anteny, włączeniem w sieć zasilającą odbiornika filtrów wysokiej częstotliwości, starannym ekranowaniem calego odbiornika, ograniczeniem czułości oraz przepuszczanej wstegi częstotliwości akustycznych.

Tłumiki składają się z oporów zaprasowanych w izolacyjnych rurkach (Rys. 4 i 5). Ich zadaniem jest wnoszenie tłumienia do obwodu drgań, a tym samym zmniejszanie natężenia prądu oscylacyjnego. To z kolei powoduje zredukowanie pola elektromagnetycznego przeszkód. Tłumik dla przewodu głównego ma po obu stronach śruby kontaktowe (Rys. 4), na które naśrubowuje się przewody. Tłumik dla świecy ma z jednego końca śrubę a z drugiego bądź kątownik metalowy z otworem, bądź też płaski kontakt do nakładania na centralną elektrodę świecy. Niektóre typy tłumików wskazuje rys. 5.



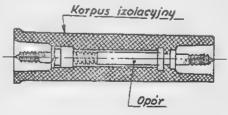
Rys. 3. Włączenie tłumików w sieć zapalania

W samochodach nie posiadających centralnego przewodu wysokiego napięcia pod ekranem stosuje się tłumiki o oporności około 10000 Ω, zaś przy sieciach zaekranowanych wystarczy najwyżej 5000 Ω .

Tłumik zmniejsza skuteczność iskry i poza tym pogarsza warunki zapuszczania motoru, zwłaszcza w zimie, za to jednak redukuje się

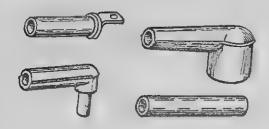
opalanie elektrod świecy.

Tłumiki zmniejszają tylko natężenie przeszkód, nie usuwają ich jednak całkowicie. Pod wpływem sieci wysokiego napięcia zapłonu oraz na skutek tarcia kół samochodu o powierzchnię drogi w poszczególnych urządzeniach samochodu powstają ładunki statyczne, z kolei



Rys. 4. Przekrój typowego tłumika

pod wpływem tych ładunków pomiędzy poszczegolnymi częściami przeskakują iskry, wywołujące w odbiorniku trzaski i stuki.



Rys. 5.

Zewnetrzny wygląd tłumików. Z prawej strony z dołu tłumik dla przewodu centralnego, pozostałe dla poszczególnych świec

Dla uniknięcia tego typu przeszkód potrzebne jest dokładne połączenie pomiędzy sobą wszystkich metalicznych części samochodu. W ten sposób osiąga się wyrównanie potencjałów elektrycznych poszczególnych detali i elementów samochodu. Za podstawę tych połączeń służy rama samochodu. Do ramy dołącza się kolejno wszystkie elementy składowe, jak motor, wał napędowy, skrzynka biegów, chłodnica itd., jednym słowem, wszystkie części połączone ze sobą zawiasami, napędami i pasami, lecz nie przybite bolcami zapewniającymi dobry kontakt elektryczny. Poza tym dołącza się tam ekrany przyborów i przewodów.

Kontakt pomiędzy częściami metalowymi z ramą powinien być bardzo trwały i nie powinien zmieniać się z czasem pod wpływem wilgoci, wibracji itp. Oporność kontaktu nie może być większa od 100 mikroomów. Do połączeń najlepiej służy plecionka miedziana i bolce ze śrubami oraz zabezpieczającymi sprężynującymi podkładkami. Dobrze przeprowadzone połączenie do masy znacznie obniża poziom pozostałych jeszcze przeszkód.

W wypadku kiedy zastosowanie tłumików oraz połączenie z masą okaże się niewystarczające, dla dalszego obniżenia przeszkód, stosuje się filtry wielkiej częstotliwości. Zasadniczymi elementami tych filtrów są kondensatory, od konstrukcji których zależy skuteczność działania. Każdy kondensator, obok pojemności, posiada jeszcze nieco indukcyjności. Jego działanie bocznikujące na b. w. cz. na skutek tego zmniejsza. Dla stłumienia przeszkód na b. w. cz. konieczne są kondensatory aperiodyczne. Stosuje się więc kondensatory typu strzemieniowego lub współosiowego. Kondensator strzemieniowy posiada końcówkę, która dołącza się bezpośrednio do szyny prądowej, zaś jego korpus spoczywa wprost na masie. Typ współosiowy jest jeszcze doskonalszy, ponieważ szyna prądowa przechodzi przez jego środek

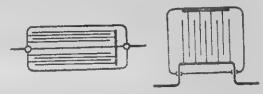
Dławik filtra powinien, przy żądanej indukcyjności, posiadać natomiast jak najmniejszą

pojemność. W przeciwnym bowiem wypadku jego oporność dla prądów w. cz. zmniejsza się i zmienia on się w układ rezonansowy. Dla podwyższenia dobroci stosuje się rdzenie z żelaza proszkowanego.

W wypadkach kiedy zastosowanie tłumików i filtrów w połączeniu z dokładnym uziemieniem wszystkich elementów nie daje niezbędnego obniżenia szumów, trzeba uciec się do częściowego lub pełnego ekranowania systemu

instalacji elektrycznej.

Ekranowanie sieci wysokiego napięcia powoduje zwiększenie pojemności rozłożonej przewodów. To z kolei obniża napięcie doprowadzone do świec, tj. zmniejsza skuteczność iskry i pogarsza warunki zapuszczania motoru. Oprócz tego ekranowanie komplikuje system instalacji elektrycznej i podraża koszt. Dlatego ekranowanie należy stosować tylko w krańcowych wypadkach. Stosuje się w tym celu specjalny przewód ekranowany, bądź też naciąga się ekrany na przewody istniejące. Wreszcie zamienia się świece zwykle na ekranowane. W niektórych wypadkach przewody wysokiego napięcia przeprowadza się przez rury metalowe lub stosuje ekranowanie podwójne.

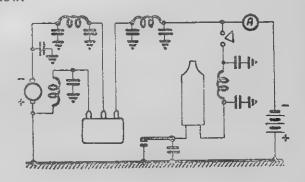


Rys. 6.

Kondensatory przeciwzakłóceniowe: przejściowy î strzemieniowy

Ekranowanie powinno być dokonane bardzo starannie. Słabo wykonane może nie tylko nie dać zamierzonego efektu, lecz nawet przyczynić się do podwyższenia poziomu szumów.

Dla stłumienia szumów w małych samochodach zazwyczaj stosuje się tylko tłumiki oraz połączenie do masy głównych elementów. Te proste środki wystarczają dlatego, że silne radiostacje miejscowe dają znaczne natężenie poła, sięgające setek, a nawet tysięcy mikrowoltów.



Rys. 7.

Włączenie filtrów przeciwzakióceniowych w. cz. w układ wyposażenia elektrycznego sąmochodu

Przy montażu układu wysokiego napięcia systemu zapalania należy ustawiać cewkę jak najbliżej rozdzielacza (długość przewodu od cewki do rozdzielacza nie powinna przekraczać 20 cm), zaś wszystkie pozostałe przewody i dłuzsze przedmioty metalowe, jak np. rury itp. należy odsunąć jak najdalej od przewodów wysokiego napięcia.

Miejsce przymocowania anteny dobiera się drogą doświadczalną zwracając uwagę, aby wpływ przeszkód był jak najmniejszy. Natomiast czułość odbiornika musi być znaczna $(3-4~\mu \text{ V})$ ze względu na małą skuteczność anteny.

Jeśli chce się odbierać słabe stacje, trzeba do tłumików i łączenia z masą dodać jeszcze filtry w. cz., zaś w niektórych wypadkach, jak zaznaczaliśmy, ekranowanie. W samochodach Studebaker, Chevrolet, Ford itp. stosuje się systemy bardzo rozbudowane. Składają się na nie: tłumiki, filtry w. cz., bardzo staranne uziemianie (do 20 — 30 uziemiających łączówek) oraz częściowe ekranowanie.

Jednak najlepsze ekranowanie tylko niektórych samochodów nie będzie dostateczne, jeśli inne maszyny, przejeżdżające obok lub jadące w tej samej kolumnie, nie będą zabezpieczone. Dlatego też rozporządzenie Rady Ministrów ZSRR z r. 1947 zobowiązuje wszystkie samochody do posiadania urządzeń przeciw zakłóceniowych. Bez dokładnego wypełnienia tego nakazu nieustannie powiększający się park samochodowy będzie coraz większym źródłem zakłóceń edbioru radiowego.

Lampy serii D...21 (szklane, cokół bakelitowy) Cokół oktal, napiecie żarzenia 1.4V

Тур	Opis	Cok	6ł Prąd żarze- nia mA	Anoda	Anoda	Ekr		n Siatka V	μ. V/V	S mA/V	P KS
DAC21	dioda trioda	6	25	125 may 1.0	0 2 0,75		1	0	40	0,4	10
DAC22	dioda trioda	7	25	125 max 90	0,2			0	48	0,3	
DBC21	dno-dioda trioda	8	50	125 max 120	0,2		'	-1,5	25	0,9	
DCH21	trioda heksoda	9	75	60 120	1,7 0,9	60	1,9	-7,7 ' -0,7	25	0,45	1200
DCH22	trioda heksoda	10	100	60 90	1,4 0,75	50	1,1	0 0			
DF21	pentoda w. cz.	11	25	90	1,2	90	0,25			0,7	2000
DF22	pentoda w. cz.	11	50	90	1,4	90		-1,5		1,1	1500
DF23	pentoda w. cz	12	25	90	0,65	50	0,15	-5	1	0,58	2500
υK21	oktoda	13	50	90 ,	1,5	60	2,4	-8		0,5	1250
DK22	oktoda	14	50	90	1	90	02	0	!	0,4	
DL21	pentoda głośn.	15	50	120	5	120	0,9	-4,8		1,4	350
DL22	pentoda glośn.	16	100	120	7	120	1,3	-4		1,9	350
L LL21	duo-pentoda głośn.	17	200	135	2×2 2×8,8	135	2x 0 2 2 x 2.4				
DM21	oko magiczne	18	25	120				0/-4			

Lampy serii D...11 (stalowa)

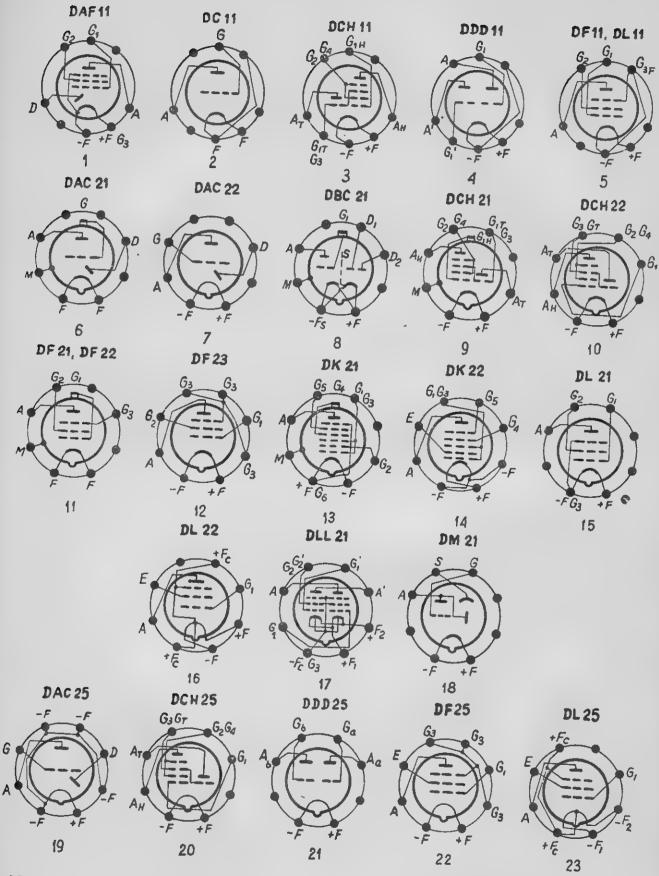
Cokół serii lamp stalowych, napięcie żarzenia 1.2 V

Тур	Opis	Cokół	Prad żarze- nia	Auoda	Anoda mA	Ekran	Ekran mA	Siatka V	ν V V	S mA/V	K7 b
DAFII	dioda pentoda w. cz.	I	50	125 max 120	0,2 0,3	20/90	0,05	0/-5,5	<u>'</u>		
DC11	trioda	2	25	120	2,5			-4,5	15	0,9	17
DCH11	trioda heksoda	3	75	120 120	1,4 0,8	60	1,5	0'-10	121	0,3	
DDD11	duo-trioda głośn.	4	100	120	$\frac{2\times1,5}{2\times9}$		-	-4,5			14
DFII	pentoda w. cz.	5	25	120	1,2	60	0,2	0/-8	• .	0,7	1000
DLII	pentoda głośn.	5	50	120	4,7	120	0,8	- 6		1,1	500

Lampy serii D... 25 (cało-szklana, cokół szpilkowy)

Cokół loktal, napięcie żarzenia 1,2V

Тур	Opis	Cokó	Prąd żarze- nia mA	Anoda V	Anoda mA	Ekran V	Fkran mA	Siatka V	μ. V/V	S mA/V	KΩ
DAC25	dioda trioda	19	25	125 max 120	0,2 0,35	-		0	40	0,3	130
DCH25	trioda heksoda	20	100	60 120	2	60	1,2	0		1.3 0,28	1300
DDD25	duo-trioda głośn.	21	100	120	$\frac{2\times 1.5}{2\times 9.5}$			-1,5		1,2	
DF25	pentoda w. cz.	22	25	90	0,65	50	0,15	-5	,	0,58	2500
DL25	pentoda głośn.	23	100	90	4,5	90	0,75	- 3		2	300



Przyrząd do pomiaru i regulacji wskazań zegarów metodą stroboskopowej analizy półokresu wahadła

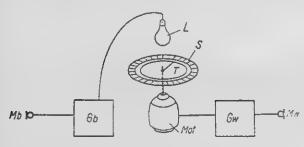
List do Redakcji.

W związku z naszym artykulem p.t. "Elektronowa regulacja zegarków", otrzymaliśmy od ob. Michała Stanczewskiego list opisujący inną metodę kontroli zegarków, który poniżej zamieszczamy.

Przy pomocy niżej opisanego przyrządu można b. dokładnie w ciągu krótkiego czasu porównać wskazania zegara badanego ze wskazaniami zegara wzorcowego.

Nie znając metod regulacji zegarów w przemyśle wytwórczym, Głównym Urzędzie Miar, obserwatoriach astronomicznych itp. trudno mi sądzić o aktualności, czy w ogóle o nowości podanego pomysłu technicznego. W jego budowie nie ma nic zasadniczo nowego, jeśli chodzi o elementy, czy stroboskopową zasadę działania. Sądzę jednak, że ze względu na swe praktyczne możliwości techniczne powinien znaleźć szerokie zastosowanie.

Opis działania przyrządu



Rrys. I.

Oznaczenia: Mot — motorek synchroniczny, T — tarcza stroboskopowa, S — skała, L — tampa blyskowa. Mb — mikrofon zegara) badanego, Gb — generator blysków, Mw — mikrofon zegara wzorcowego, Gw — generator napięcia o częstotliwości wzorcowej

Zegar wzorcowy (chronometr) za pośrednictwem mikrofonu Mw steruje generator napięcia o częstotliwości wzorcowej, równej lub całkowicie wielokrotnej w stosunku do półokresu wahadła zegara wzorcowego. Napięcie to ma kształt zbliżony do sinusoidy. Moc wyjściowa generatora wystarcza do uruchomienia motorka P obracającego tarczę stroboskopową. Motorek ten pracuje jałowo, pobierając moc rzędu najwyżej kilku watów.

Tarcza stroboskopowa jest czarna z białą kreską, mającą kierunek jej promienia. Dokoła tarczy, w jej płaszczyźnie, umocowana jest skala kątowa umieszczona blisko tarczy lecz nie dotyka jej. Tarcza stroboskopowa jest oświetlona lampką błyskową, zasilaną z gene-

ratora Gb, sterowanego mikrofonem Mb, na który działa zegar badany.

W wypadku absolutnej zgodności okresów obu zegarów wskazówka przyrządu (biała kreska tarczy stroboskopowej) zachowuje stałe pozorne położenie wyznaczając tę samą wartość na skali. Przy niezupełnej zgodności badanych okresów wskazówka przesuwa się stopniowo w kierunku obrotów tarczy, lub przeciw nim, zależnie od znaku błędu. Pozorna prędkość kątowa wskazówki jest proporcjonalna do wielkości błędu zegara badanego.

Rachunkowe określenie wielkości błędu

Okres wahadła każdego zegara składa się się z dwóch symetrycznych w czasie, kolejnych uderzeń. Czas między tymi uderzeniami nazwiemy półokresem wahadła. Zakładamy, że budowa zegarów przewiduje jednakowy okres wahadła i że obroty tarczy stroboskopowej równają się półokresowi wzorca.

Jeżeli zegar badany w ciągu jednej godziny robi błąd równy jednemu półokresowi wahadła wzorca, to w tym czasie wskazówka przyrządu zrobi pozorny obrót o pełne 360°. Odczytaną wtedy wielkość (pozorną prędkość kątową wskazówki) nazwijmy wskazaniem iednostkowym prędkości kątowej, odpowiadającej takiemu błędowi, lub wprost jednostką błędu.

Sprowadzając czas odczytu do jednej minuty otrzymamy 60 jako praktycznie odczytywalną wielkość. Obwód skali możemy podzielić kreskami co 60, czyli na 60 równych części.

Oznaczając przez c półokres wahadła w sekundach znajdujemy, że: jednej jednostce błędu odpowiada bezwzględna wielkość błędu

godz. a X jednostkom błędu odpowiada bez-

Przykład: Dla zegara o półokresie 0,2 sek. (zegarki i niektóre chronometry) odczytano 0,5 jednostki błędu, tj. 30/min. lub 30/10 min. Okręślić bezwzględny błąd zegara.

Błąd wynosi:
$$\frac{XC}{godz} = \frac{0.5 \cdot 0.2 \text{ sek}}{godz} = 0.1 \frac{\text{Sek.}}{godz} =$$

$$= 2.4 \frac{\text{sek.}}{dobe}$$

Często taka dokładność odczytu praktycznie wystarczy. W wypadkach szczególnie dokładnych pomiarów można ją znacznie powiększyć, stosując całkowicie wielokrotną rzeczywistą prędkość kątową tarczy stroboskopowej, lub dłuższy czas odczytu, albo wreszcie oba sposoby jednocześnie.

Zastosowanie

Przyrząd może być stosowany w fabrykach zegarów (zegarków) i w zakładach zegarmistrzowskich do szybkiej regulacji wskazań, określania prawidłowości montażu (symetrii uderzeń), oraz do określania jakości zegarów przez porównanie wskazań przy sprężynie naciągniętej i wychodzącej, co może być b. ważne przy ostatecznej ocenie poszczególnych modeli.

Ponieważ dokładność przyrządu jest w zasadzie równa dokładności częstotliwości wzorcowej, można stosować go do b. precyzyjnych pomiarów laboratoryjnych i do różnych celów specjalnych.

Montaż

Całość można zmontować w jednej skrzynce. Skala powinna być czarna z przeświecajacymi podziałkami i napisami i oświetlona od tyłu światłem ciągłym. Podobnie należy wykonać i oświetlić lampą błyskową tarczę stroboskopową.

Skala, lub lepiej motorek, powinien być zamocowany z możnością ręcznego obracania o jakiś kąt dokoła osi, aby wskazówka przyrządu dała się zawsze ustawić w położeniu zerowym na początku pomiaru. Mikrofony — jeden, lub oba — mogą być oddalone, lub wyprowadzone linią telefoniczną np. do obserwatorium astronomicznego. W celu ułatwienia napraw zaleca się budowę członową. Stosując w zakładach pracy więcej niż jeden przyrząd łatwo wtedy zasilać je z jednego wspólnego generatora wzorcowego odpowiednio większej mocy.

Uwagi końcowe

Stosując analogiczne zasady pomiaru można by zastąpić motorek synchroniczny oscylografem biegunowym, lub nawet zwykłym. W porównaniu z oscylografem katodowym wyżej podane rozwiązanie wykazuje zalety:

- 1. Prostsza i tańsza budowa i konserwacja.
- Prostsza i łatwiejsza obsługa, co jest szczególnie ważne dla fachowców z innej dziedziny.
- 3. Dokładność pomiarów raczej większa.
- 4. Możność ustawiania wskazówki na zero.

Michał Stanczewski

Odpowiedzi Redakcji

Sapiński Alfred. Łódź, Zachodnia 68 - 16.

Urządzenie, regulujące szybkość obrotów płyty gramofonowej, składa się z wiatraczka ze ślimakiem oraz z ramienia, przy pomocy którego ma miejsce hamowanie. Opisu tego urządzenia, nie wchodzącego w zakres zagadnień poruszanych w miesięczniku, nie podawaliśmy w żadnym z poprzednich jego numerów.

KUPON Nr 39
Nazwisko
Adres

Inż. Teichen J. Kraków, Konarskiego 30-5.

Opis budowy adapterów umieścimy wkrótce w jednym z naszych wydawnictw. Budowa adaptera magnetycznego w warunkach warsztatowych jest możliwa. Oddział Warszawski Związku Krótkofalowców mieści się obecnie przy ul. Kozietulskiego 6 — 1, skrzynka poczt. 320. Fabryka we Wrześni produkuje mikrofony dynamiczne o przeciętnej dla tego typu czułości — cena ich jest stosunkowo niska.

Grzyh Władysław. Kozłów, p. Dębica.

Opis aparatu kryształkowego znajdzie P. w pierwszym numerze miesięcznika "Radioamator". Elektrolitów i innych kondensatorów o dużej pojemności na ogół jest w tej chwili brak na rynku. Nabycie oporu nie powinno nastręczać dużych trudności.

Borkowski Dominik. Elblag, Żeromskiego 7 – 3.

Opis przeróbki odbiornika ze szczególnym nwzględnieniem poszczególnych jego elementów nie pomieści się w ramach odpowiedzi technicznej o charakterze informacyjnym. Dlatego radzimy skorzystać z opisu, jaki podaliśmy w nr. 37 tygodnika "Radio i Świat" z r. 48, gdzie znajdzie P. także schemat montażowy.

lwicki Kazimierz, Kraków.

W odbiorniku Elektrit Tempo pracują lampy: EK2, EF9, EBC3, EL3, AZ1. Dane charakterystyczne tych lamp są następujące: pierwsza z nich jest oktodą, następna pentodą wys. częst., typ EBC3 jest lampą podwójną — duodiodą — triodą, EL3 — lampą głośnikową, AZ1 — lampą prostowniczą.

Z-ki, Skierniewice.

W oznaczeniach lamp niemieckich typu wojskowego (np. RV2P800) pierwsza litera oznacza: Röhre — lampa, druga oznacza typ lampy np. V — wzmacniająca, L — Mocy, cyfra stojąca na trzecim miejscu oznacza napięcie żarzenia, następująca po niej litera określa bliżej typ lampy np. P — pentoda, T trioda. Ostatnia liczba oznacza wzmocnienie lub obciążenie anody i drugiej siatki.

W ten sposób oznaczenia lampy dają możność zorientowania się, jakie dana lampa może mieć zastosowanie. Poszukuję pilnie 4 (cztery) LAMPY WOJSKOWE RLP35, płacę każdą cenę. Elektrotechniczna Spółdzielnia Pracy—"RADIOŚWIAT", Bielsko, Wzgórze 2.

KUPIĘ poważniejsze książki niemieckie, angielskie i amerykańskie z dziedziny radiotechniki oraz pojedyncze numery "Wireless World", "Philips Technische Rundschau" i innych. J. Zski, Poznań, Chwiałkowskiego 12 m. 8.

Kupie lub wypożycze na krótki czas za wynagrodzeniem Nr 1, 2, 6 miesięcznika » Radio « z roku 1946.

Ślęk Mieczyslaw

Bytom. Ul. Zawadzkiego 28b/1-

Tabela

Zamiana częstotliwości na długość fali i odwrotnie

Zależność pomiędzy częstotliwością t.j. ilością drgań na sekundę a długością fali wyraża się, jak wiadomo, wzorem

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

gdzie c jest szybkością przebiegu fal elektromagnetycznych równą szybkości światła, a mianowicie 299776 km/sek. W praktyce przyjmuje się, dla uproszczenia, okrągłą liczbę c = 300000 km/sek, co daje oczywiście pewien niewielki błąd (0,1%). Z tego oraz innych powodów zasadniczą, podstawową jednostką miary jest częstotliwość w c/s, kc/s lub mc/s i w niej podaje się dane pracy radiostacji oraz wszelkie umowy międzynarodowe co do rozdziału fal itp. Jednak określenie długości fali jest nieraz bardziej obrazowe a często nawet niezbędne, jak np. dla obliczania układów z falami stojącymi, jak anteny, linie przesyłowe itp.

Praktyczne wzory dla przeliczania są następujące:

$$\lambda_{m} = \frac{300000}{f \text{ kc/s}} = \frac{300}{f \text{ mc/s}}$$

Dalej podajemy tabelę przeliczeniową powyższej zależności w zakresie (bezpośrednio) od 100 do 999 kc/s. Dla innych częstotliwości przeliczenie jest już łatwe. Weźmy więc np. częstotliwość radiostacji Warszawa III 6215 kc/s. Z tabeli widzi się, że dla f = 621 kc/s λ = 483,1 m; dla f = 6210 kc/s λ = 48,31 Analogicznie dla f \pm 6220 kc/s λ = 48,23 m. Dla 1 kc/s zmniejszenie wynosi więc

48.31 — 48.23 = 0,008 m. Dla 5 kc/s otrzymujemy 0,04 m. Ostatecznie długość fali Warszawy III wynosi 48,27 m. Zupełne dokładne obliczenie arytmetyczne wprost ze wzoru daje również 48,27 m.

Redaktor naczelny Wacław Wagner. Komitet redakcyjny:

inż Jerzy Borecki, inż Mieczysław Flisak, mgr Aleksandra Gradowska, inż. Kazimierz Lewiński

format A-4, objętość 2 arkusze, papier ilustracyjny kl. V 90 gr.

Wydawca: Biuro Wydawnictw Polskiego Radia,

Adres Redakcji: Warszawa, Al. Stalina 21; Administracji: Warszawa, Noakowskiego 20,

odwrotnie. Zamiana częstotliwości na długość

-				1000			-	20		2.1		-							1 2				3	3/2	YE.		200							
a	333.3	333.0	337.2	331.9	331.1	330.4	330.0	329.7	329.3	320.6	328.2	327.5	327 2 326 8	320.4	326.1	325.7	325.0	324.3	323.6	323 3	344.9	322.6	321.9	321.2	320.9	320.2	319.8		318.8	318 5	3178	317.5	316.8	316.1
kc/s	800	901	903	904	906	907	606	910	911	913	914	916	912	- 616	970	927	973	926	927	928	(3)	930	932	934	935	937	938	970	941	942	944	945	947	949
m .	375.0	374.5	-3736	37.4.1	372.2	371.7	370.8	370.4	369.9	369.0	368.6	367.6	367.2	366.3	.365.9	365.0	364.5	363.6	3628	362.3		361.0	360.6	359.7	359.3	3584	358.0	067.1	356.7	355.9	355.5	354.6	351.2	353.4
kc/8	800	208 808	803	80.5	8.16	8.8	809	810	811	813	8 2 8 4 2 8	918	818	819	870	822	823	825	278	828	000	831	832	834	8 35	837	839	8.40	841	842	844	846	848	849
, m	428.6	422.4	426.7	425.5	424 9	4 3.7	423.1	422.5	421.9	4208	420.2	419.0	418.4	417.2	416.7	415,5	414.4	4138	412.7	411.5	411.0	4104	409.3	408.7	407,6	407.1	406.0	40c 4	4049	404.3	403 2	4027	401.6	400.5
kc/s	200	702	703	705	2002	202	300	210	712	713	715	716	717	(1)	720	722	724	725	727	728	730	731	732	734	736	737	739	740	741	743	744	746	747	749
Ħ	500.0	498.3	497.5	495.9	495 0	493.4	492.6	491.8	491.0	489.4	486 0	487.0	486.2	464.7	483.9	482.3	4.0.8	479.2	4785	476.9	476.9	475.4	473.9	473.2	471.7	471.0	469.5	468.8	462.3	466.6	465.8	464.4	463.7	462.2
kc's	009	(05	603	605	909	809	609	019	612	613	615	616	819	610	620 621	622	624	625	279	629	030	189	633	634	636	637	639	0+9	641	643	645	646	648	649
ıı	0 0 0 9	597.6	596.4	594.1	592.9	590.6	269.4	588.2	585.9	5848	582.5	581.4	579.2	0.0.0	575.8	574.7	572.5	570.3	569.3	567.1	566.0	565.0	562 8	561.8	559.7	558.7	556.6	555.5	554.5	552.5	5515	549.5	547.4	340.4
kc 8	500	502	503	505	506	508	509	510	512	513	515	516	518	0.10	521	522	524	525	527	529	530	531	583	534	536	537	539	540	541	543	545	546	548	che
E,	750.0	746.3	742.6	740.7	738.9	7353	(33.3	731.7	728.2	726.4	722.9	721.2	7177	2111	712.6	710.9	707.5	701.2	702 6	699.3	697.6	69.1.4	692.8	689.7	648,1	681.9	683.4	8.189	6787	6772	674.2	672.6	669 6	2.000
kc/s	400	402	403	41.5	406	408	400	410			direction of	416	418	730	421	422	424	426	427	429	430	432	433	435	4 16	438	439	440	441	443	445	4+6	448	
B	1000 0	993.4	986.8	983.6	980,4	974.0		967.7	961.5	955.4	952.4	947.4	94 3,4	037 5	934.6	931.7	925 9	920.2	917.4	6.116	1.606	906.3	6,006	895.5	8°2.9	887.6	885.0	882.4	879.0	874.6	9 69 8	867.1 864.6	859.6	
kc/s	300	302	304	305	307	308		310	312	314	315	317	318	320	321	323	324	326	328	329	330	332	333	335	3.47	338	339	340	342	343	345	346	348	
E	1500	1485	1471	1463	1449	1442		1429	1415	1406	1395	1362	1376	1364	1357	1345	1339	1327	1316	1310	1304	1293	1287	1277	1271	1561	1255	1250	1240	1235	1225	1220	1210	4.
kc/s	200	202	204	205	202	208	0.0	211	212	214	215	212	218	220	221	223	224	226	228	229	230	232	233	235	236	238	239	240	242	243	245	247	249	
ш	3000	2941	2885	2830	2804	2778	2070	2708	2679	2632	2609	2564	2542	2500	2479	2439	2419	2381	2344	2326	2308	2273	2256	2222	2206	2174	2130	2143 2128	2113	2083	2069	2041	2027	
kc/s	001	103	104	105	107	108	110	111	112	4	116	117	118	120	121	123	125	126	128	129	130	132	133	135	130	138	-					147		
Section 1		-						_		-		-		of Services	-		- 6-	The same				- 3						- 2 /						

		315.5 315.5 315.5 315.4 315.5 315.5 315.5 315.5 315.5 315.5 315.5	312.5 312.5 311.9 311.5 310.6 310.6 310.2 309.9	309.0 309.0 308.6 308.6 30.7.7 307.7 307.1 316.7	306.1 - 305.8 305.2 304.6 304.0 303.6 303.8 303.8	303.0 302.4 302.4 302.1 301.5 301.5 300.6 300.6
	kc/s	955 953 953 955 955 955 955	960 961 963 964 965 965 968	970 971 973 974 975 976 977 978	980 981 983 984 985 986 988	990 993 994 996 996 998
	E	352.5 352.5 352.1 351.7 351.3 350.9 350.9 349.7 349.7	8.46.8 8.46.8	344.8 344.4 344.4 344.0 343.0 342.9 342.5 342.1 341.7	340.9 340.5 340.1 339.8 339.4 339.0 338.2 337.8	337.1 336.7 336.3 335.9 335.2 334.4 334.4 334.4
	kc/8	0 1 2 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	860 861 862 863 864 865 865 867 866	870 871 872 873 874 875 876 877 878	880 881 883 883 885 886 888 888 888	890 891 893 894 895 896 897 898 898
	E	400.0 399.5 399.5 398.9 397.9 396.3 396.3 395.8	394.7 394.2 393.7 393.7 392.7 391.6 391.6 390.6	389.6 389.1 388.6 388.1 387.6 387.1 386.6 385.1	384.6 384.1 383.6 383.1 382.7 382.2 381.2 381.2 380.7	379.7 379.3 378.8 378.8 377.8 376.9 376.4 375.4
	k/cs	750 751 752 753 754 755 755 757 757	760 761 763 764 765 765 767 767 768	770 771 772 774 775 777 777 777	780 781 782 783 784 785 787 787 788	790 791 793 794 795 796 797 798
	8	461.5 460.8 460.1 459.4 458.7 456.6 455.9 455.9	454.5 453.9 453.9 453.2 450.1 44.9 44.9 44.9 44.9 44.9 44.9 44.9 44	44444444444444444444444444444444444444	441.2 4430.9 4330.0 44336.6 4437.3 4537.3 4536.0 4536.0	434 8 434.2 433.5 432.9 432.9 431.0 429.8
1	kc/s	650 651 653 653 655 655 656 656	660 662 663 664 664 665 665 668	670 671 673 674 675 676 677 677 678	680 681 683 684 685 686 688 688 688	690 691 693 694 695 696 696 698
	8	545.5 544.5 544.5 544.5 541.5 540.5 539.6 537.6 537.6	535.7 534.8 533.8 531.9 531.0 530.0 529.1 528.2 527.2	526.3 525.4 524.5 523.5 521.7 520.8 519.9 519.0	517.2 516.4 516.4 518.5 518.5 511.9 511.1 500.2	508 5 507.6 506.8 51.5.9 505.1 503.4 501.7
Ŀ	KC/8	555 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	560 562 562 564 565 566 568 568	570 571 572 573 574 575 576 577 577 578	580 582 582 583 585 585 586 588	590 591 593 595 595 596 597 598
	8	666.7 665.2 665.3 662.3 662.3 659.3 657.9 657.9 655.0	652.2 650.4 649.4 647.9 645.2 645.2 642.4 641.0 639.7	6383 636.9 635.6 634.2 632.9 631.6 628.9 627.6 620.3	625 0 623.7 622.4 671.1 619 8 618.5 617.3 614.7 613.5	612.2 601.0 608.5 608.5 606.1 606.1 603.6 602.4 601.2
-	KC/8	44444444444444444444444444444444444444	460 461 464 465 465 466 466 466 466 466	4770 4772 4773 4774 4774 4774 4774 4774	480 481 482 483 484 485 486 486 487 488 488	490 491 493 495 495 496 497 498
L	s	857.1 854.7 852.3 847.5 847.5 845.1 842.7 840.3 838.0	833.3 831.0 828.7 826.4 824.2 821.9 811.9 815.2 815.2	810 8 808.5 806.5 804.3 802 1 802 1 797.9 795 8 795 8 793.7	789.5 787.4 785.3 783.3 781.3 777.2 777.2 777.2 777.2	769.2 765.4 763.4 761.4 761.4 759.5 755.7 755.7 753.8
	KC/8	350 351 352 355 355 355 356 357 358	360 364 365 366 366 368 369	370 371 372 373 374 375 376 377 378	380 381 382 383 384 385 385 387 388 389	390 391 393 394 395 396 397 398
	8	1200 1195 1191 1186 1176 1172 1163	1154 1145 1145 1145 1136 1126 1119	1111 1107 1103 1095 1095 1091 1087 1083 1079	1071 1068 1064 1060 1053 1049 1042 1042	1034 1027 1024 1026 1017 1013 1010 1007
-	kc/s	255 255 255 255 255 255 255 255 255	260 261 263 264 265 265 266 266 266 268	272 273 273 274 275 276 277 278	280 281 282 283 284 285 286 286 288 288	290 293 294 295 295 296 297 298
	a	2000 1987 1974 1974 1948 1935 1923 1911 1899	1875 1863 1852 1840 1829 1818 1796 1796 1776 1775	1754 1754 1734 1734 1714 1705 1695 1685	1667 1657 1648 1639 1632 1642 1613 1596 1596	1579 1571 1563 1564 1546 1538 1531 1531 1531 1531 1515
L	SE CO	150 151 152 153 154 155 156 156	160 161 162 163 164 165 166 168 168	170 171 172 173 174 175 176 176 177	180 161 162 163 184 185 186 188 188	191. 191 192 193 194 195 196 198

